



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**CONSTRUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL
CICLO DE VIDA PRODUCTIVO DEL CAFÉ, UTILIZANDO
LA NORMA PAS 2060:2014, PARA EL ALCANCE DE LA
CARBONO NEUTRALIDAD A TRAVES DE LA
GENERACION DE ENERGIA POR MEDIOS RENOVABLES
EN LA EMPRESA COMSA MARCALA LA PAZ.**

SUSTENTADA POR:

SERGIO RAUL VALDEZ CHAVEZ

MANUEL ROBERTO NUNEZ MADRID

PREVIA ENVESTIDURA AL TITULO DE:

MASTER EN GESTION DE ENERGIAS RENOVABLES

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZAN, HONDURAS,
C.A.**

JULIO, 2016.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTINEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVE REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSE ARNOLDO SERMEÑO

**CONSTRUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL
CICLO DE VIDA PRODUCTIVO DEL CAFÉ, UTILIZANDO
LA NORMA PAS 2060:2014, PARA EL ALCANCE DE LA
CARBONO NEUTRALIDAD A TRAVES DE LA
GENERACION DE ENERGIA POR MEDIOS RENOVABLES
EN LA EMPRESA COMSA MARCALA LA PAZ**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OBTAR AL TITULO DE
MASTER EN GESTION DE ENERGIAS RENOVABLES**

ASESOR METODOLOGICO

ALBERTO SOLANO

ASESOR TEMATICO

JUAN CARLOS FLORES LOPEZ

MIEMBROS DE LA TERNA

MOISES STARKMAN

JAVIER SALGADO



FACULTAD DE POSTGRADO

**CONSTRUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL
CICLO DE VIDA PRODUCTIVO DEL CAFÉ, UTILIZANDO
LA NORMA PAS 2060:2014, PARA EL ALCANCE DE LA
CARBONO NEUTRALIDAD A TRAVES DE LA
GENERACION DE ENERGIA POR MEDIOS RENOVABLES
EN LA EMPRESA COMSA MARCALA LA PAZ**

AUTORES:

SERGIO RAUL VALDEZ CHAVEZ

MANUEL ROBERTO NUNEZ MADRID

RESUMEN

Uno de los indicadores reconocidos internacionalmente para comprender la dinámica de GEI es la huella de carbono, la cual se obtiene cuantificando las emisiones de GEI originadas por las actividades de un individuo, organización o institución, a lo largo de un periodo de tiempo, expresadas en tCO₂equivalente. Conocer la huella de carbono del producto permite cuantificar que cantidad de emisiones de (GEI) se producen por el desarrollo de dicho producto. En esta investigación se desarrolló un análisis Aplicando la Norma PAS 2060:2014 para la sociedad mercantil Café orgánico de Márcala S.A (COMSA) con la finalidad de conocer la huella de carbono de la producción de café oro de exportación y la capacidad de remoción de GEI del capital natural que posee la Organización, las emisiones que se emiten por Kg de producto exportado y las oportunidades de reducción de las mismas a través de la propuesta de una estrategia de Generación de Energía Con fuentes Renovables. El estudio se aplicó para el periodo comprendido 2015-2016, Analizando el ciclo de vida del producto, identificando las actividades de mayor intensidad de emisiones y evaluando las posibilidades de reducción así como la capacidad que el capital natural en la Finca La fortaleza pueda secuestrar estas emisiones. El promedio de emisiones de GEI para el periodo 2015-2016 fue de 712.86 tCO_{2e},por tonelada de producto producido. Las remociones promedio de GEI para el periodo 2015-2016 fue de 32.2 tCO por tonelada de producto producido₂, El balance de la institución en los periodos evaluados concluye que el capital natural remueve parcialmente la cantidad de CO₂ de lo que emite el ciclo de vida de producción del café oro de exportación. Para la construcción del balance del producto se consideraron solamente las emisiones directas, las cuales pueden ser contabilizadas con la información existente de la empresa..

Palabras clave: huella de carbono, carbono neutralidad, proceso productivo agrícola.



FACULTAD DE POSTGRADO

**CONSTRUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL
CICLO DE VIDA PRODUCTIVO DEL CAFÉ, UTILIZANDO LA
NORMA PAS 2060:2014, PARA EL ALCANCE DE LA CARBONO
NEUTRALIDAD A TRAVES DE LA GENERACION DE
ENERGIA POR MEDIOS RENOVABLES EN LA EMPRESA
COMSA MARCALA LA PAZ**

BY:

SERGIO RAUL VALDEZ CHAVEZ

MANUEL ROBERTO NUNEZ MADRID

ABSTRACT

Carbon footprint is a GHG dynamics indicator that is internationally accepted. The carbon footprint of an individual, organization or institution is obtained by quantifying its GHG emissions in a specific time period, and it is expressed as equivalent tCO₂. Knowing the carbon footprint of the product allows the calculation of the total amount of (GHG) produced by the development of this product. This research develops an analysis Applying the (BSI) standard PAS 2060: 2014 for the corporation Organic Coffee Marcala S.A (COMSA) in Marcala, La Paz, Honduras Central America in order to know the carbon footprint of the production of exportation Gold Coffee, and GHG removal capacity of natural capital the Organization possess, the amount of emission are emitted per kg of product exported and the opportunities to reduce them through the proposal of a strategy for generating electric energy from renewable resources. The survey was applied for the period 2015-2016, Analyzing the product life-cycle management, identifying activities with the highest intensity and evaluating the emissions reduction potential and the capacity that natural capital at Finca La Fortaleza can hijack these emission and the opportunities to reduce them through the proposal of a strategy for the Generation of electrical energy from renewable sources. The average (GHG) emissions for the period 2015-2016 was 712.86 tCO₂e per ton of produced product.

The average GHG removals for the period 2015-2016 was 32.2 tCO per tonne of product produced. The balance of the institution in the periods evaluated concludes that natural capital partially removes the amount of CO₂ that its emitted in the life cycle of production export gold coffee. For the construction of the balance of the product they were considered only direct emissions, which can be accounted for with the existing business information.

Keywords: carbon footprint, carbon neutral, agricultural production process.

DEDICATORIA

PRIMORDIALMETE A DIOS POR DARNOS SABIDURIA Y SALUD PARA CULMINAR CON ÉXITO ESTA ETAPA EN LA VIDA PROFESIONAL.

A NUETROS PADRES, POR SER UN APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO.

A NUESTRAS FAMILIAS POR EL SER EL MOTIVO POR EL CUAL SEGUIMOS ADELANTE.

SERGIO RAUL VALDEZ CHAVEZ
MANUEL ROBERTO NUNEZ MADRID

AGRADECIMIENTOS

A NUESTRO ASESORES El Dr. JUAN SOLANO Y EL Dr. JUAN CARLOS FLORES POR GUIARNOS EN EL PROCESO DE ELABORACION DE ESTE TRABAJO Y POR SU DEDICACION PARA CON NOSOTROS.

A LOS CATEDRATICOS DE LA FACULTAD DE POSTGRADO POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS A LO LARGO DE ESTOS ANOS DE APRENDIZAJE.

A LA EMPRESA CAFÉ MARCALA (COMSA) QUE NOS BRINDO LA COLABORACION EN TODO MOMENTO Y SU PERSONAL TECNICO QUE NOS BRINDO LA INFORMACION NECESARIA PARA LA ELABORACION DE ESTA INVESTIGACION.

A LOS COMPANEROS POR LA AMISTADES Y LOS BUENOS MOMENTOS VIVIDOS EN EL TRANSCURSO DE LA MAESTRIA.

SERGIO RAUL VALDEZ CHAVEZ
MANUEL ROBERTO NUNEZ MADRID

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA	5
1.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	6
1.2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	6
1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION	6
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	7
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1.5 JUSTIFICACION.....	8
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	10
2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	10
2.1.1 ANALISIS DEL MACROENTORNO	10
2.1.2 ANALISIS DEL MICROENTORNO	12
2.1.3 ANALISIS INTERNO	16
2.2 TEORIA DE SUSTENTO.....	19
2.3 CONCEPTULIZACION	20
2.4 INSTRUMENTOS	21
2.5 MARCO LEGAL	23
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	24
3.1 CONGRUENCIA METODOLOGICA.....	24
3.1.1 DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	24
3.1.3 HIPOTESIS	26
3.1.3 ENFOQUE Y METODOS	26
3.3 MATERIALES.....	27
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	27
3.4.1 POBLACION	27

3.4.2 MUESTRA.....	28
3.4.3 UNIDAD DE ANALISIS.....	28
3.4.5 UNIDAD DE RESPUESTA.....	28
3.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	29
3.5.1 INSTRUMENTOS	29
3.5.2 TÉCNICAS.....	29
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	29
3.6.1 FUENTES PRIMARIAS.....	29
3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	30
3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO	30
CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS.....	31
PRIMERA ETAPA	32
SEGUNDA ETAPA	34
TERCERA ETAPA.....	37
CUARTA ETAPA.....	38
QUINTA ETAPA	40
SEXTA ETAPA	42
RESULTADOS	43
CAPITULO V APLICABILIDAD.....	46
APLICABILIDAD: HACIA EL LOGRO DE UNA CARBONO NEUTRALIDAD EN LA SOCIEDAD MERCANTIL COMSA EN MARCALA LA PAZ	46
1. INTRODUCCIÓN	46
2. OBJETIVO.....	47
3. PREGUNTA CLAVES.....	47
4. CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	47
5. EL PROGRAMA DE GESTION INTERNA COMO HERRAMIENTA ESTRATEGICAPARA EL CAMINO HACIA LA CARBONO NEUTRALIDAD.....	48
6. LINEAMIENTOS GENERALES PARA UNA ESTRATEGIA DE CARBONO NEUTRALIDAD.....	50
6.1 ESTRATEGIAS INMEDIATAS O DE CORTO PLAZO	50

6.1.1 CONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS BASICOS DEL CAMBIO CLIMATICO.....	51
6.1.2 CONFORMACION DE GRUPOS DE TRABAJO EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS.....	51
6.1.3 INTRODUCCION DEL TEMA DE CARBONO NEUTRALIDA EN LA AGENDA INSTITUCIONAL	51
6.1.4 FOMENTAR LA INNOVACION DENTRO DE LA ORGANIZACION	52
6.1.5 DESARROLLO DE UN PLAN PILOTO	53
6.1.6 ENFOQUE DE CAPACITACIÓN CONTINUA Y ENTENDIMIENTO TÉCNICO MULTIDICIPLINARIO.....	53
6.1.7 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION CONTINUA .	54
6.1.8 ESTABLECIMIENTO DE LA AUDITORIA INTERNA.....	54
6.2 ESTRATEGIAS DE MEDIANO PLAZO.....	55
6.2.1 MEJORAS EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS.	56
6.2.2 CONSOLIDACION DE TRABAJO AGRÍCOLA EN LA FINCA LA FORTALEZA.....	58
6.2.3 ESTABLECIMIENTO DE UN AREA FORESTAL	58
6.3 ESTRATEGIAS DE LARGO PLAZO	59
6.3.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	60
6.3.2 PRODUCCION DE ENRGIA CON BIOMASA	62
Generación de la energía eléctrica.....	68
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	74
CAPITULO VII RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA.....	79
ANEXOS	81

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. MATRIZ COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS	12
TABLA 2. INFORMACIÓN GENERAL DEL CAFÉ EN HONDURAS.....	14
TABLA 3. PRINCIPALES DESTINOS DE LAS EXPORTACIONES COSECHA 2015-2016	16
TABLA 4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	26
TABLA 5. RESUMEN DE EMISIONES	44
TABLA 6. COMPOSICION DEL GAS DE SALIDA	66
TABLA 7. CONSUMO BIOMASICO DEL GASIFICADOR	69
TABLA 8. ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE LA HUELLA A CORTO PLAZO.....	71
TABLA 9. ESTRAEGIAS DE REDUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO A MEDIANO PLAZO	72
TABLA 10. ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO A LARGO PLAZO.....	72

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REGIONES CAFETALERAS DE HONDURAS.....	15
FIGURA 2. UBICACION E MARCALA, LA PAZ.....	18
FIGURA 3. ORGANIGRAMA DE PROCESO DE BENEFICIADO HÚMEDO	19
FIGURA 4. DIAGRAMA SAGITAL DE VARIABLES.....	25
FIGURA 5. INFORMACIÓN GENERAL	31
FIGURA 6. DATOS DEL CULTIVO.....	32
FIGURA 7. USO DE FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS	33
FIGURA 8. MANEJO DE RESIDUOS DEL CULTIVO.....	33
FIGURA 9. RESULTADOS DE LA PRIMERA ETAPA.....	34
FIGURA 10. CAMBIOS EN EL USO DE SUELO.....	35
FIGURA 11. CAMBIOS DE MANEJO.....	35
FIGURA 12. BIOMASA ANUAL EN ARBOLES EN EL SISTEMA DE CULTIVO.....	36
FIGURA 13. RESULTADOS ETAPA DOS.....	37
FIGURA 14. GANADERIA.....	37
FIGURA 15. MANEJO DE DESECHO ANIMAL	38
FIGURA 16. RESULTADOS TERCERA ETAPA	38
FIGURA 17. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FINCA.....	39
FIGURA 18. USO DE COMBUSTIBLES PARA LA GENERACION DE ENERGÍA	39
FIGURA 19. RESULTADOS DE LA CUARTA ETAPA.....	40
FIGURA 20. CONSUMO DE ENERGÍA DE RED Y COMBUSTIBLE PARA GENERAR ENERGÍA EN BENEFICIO SECO	40
FIGURA 21. CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES Y SU MANEJO	41
FIGURA 22. RESULTADOS QUINTA ETAPA.....	41
FIGURA 23. TRANSPORTE	42
FIGURA 24. RESULTADO ETAPA 6.....	42
FIGURA 25. RESULTADOS GENERALES	43
FIGURA 26. CUANTIFICACION DE LA HUELLA DE CARBONO.....	45
FIGURA 27. COMPOSTAJE CON AIREACION FORZADA	57
FIGURA 28. ADAPTACION DE UN MOTOR DIESEL PARA EL CONSUMO DE BIOGAS.....	61

FIGURA 29. BIODIGESTOR DE FLUJO ASCENDENTE	62
FIGURA 30. SISTEMA DE GASIFICACIÓN BIOMAX 100	63
FIGURA 31. PROCESO DE GASIFICACION Y GENERACION DE ENERGÍA ELECTRICA.....	64
FIGURA 32. ESQUEMA DE GASIFICACION " DOWNDRAFT"	67
FIGURA 33. ESQUEMA DE ENFRIAMIENTO	67
FIGURA 34. ESQUEMA DE PURIFICACION DE GAS	68
FIGURA 35. RESULTADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	73

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 INTRODUCCION

El propósito de agregar la carbono neutralidad en el proceso productivo de cualquier empresa o producto particular emana de la conciencia de que el calentamiento global cada vez es más palpable, este cambio climático global ha sido producto de la capacidad técnica y económica del ser humano en cambiar radicalmente el ambiente. Temas como los recursos naturales, los mercados, la energía y el rol de las instituciones son de relevancia en la modificación paulatina del entorno. La globalización ha incrementado la velocidad con la que desarrollamos nuestras actividades; el Internet, las telecomunicaciones y los medios de transporte son cada vez más funcionales.

La carbono neutralidad no se trata solo de imagen verde, el verdadero arte está en empatarla con ganancias para la empresa. (Montero, 2013) es por ello que no solamente se persigue por un mero hecho ambiental sino que además el prestigio y reconocimiento a las marcas y empresas que logran el objetivo de reducir sus emisiones de GEI en los procesos productivos, que puede resultar en una ventaja competitiva y en un factor diferenciador para ingreso a mercados exclusivos y mayor alcance de sus productos.

La Obtención de la carbono neutralidad está íntimamente ligada a las capacidades organizacionales y voluntades de la organización que permite crear un balance de un determinado nivel de emisiones, respecto a su capacidad de reducción, remoción en caso de la existencia de capital natural, o bonos de carbono obtenidos en los mercados nacionales o internacionales. El fin es lograr que el ciclo de vida de la producción de un producto en este caso el café oro de exportación sea bajo en carbono, demostrando acciones intencionadas de parte de la organización en reducir y compensar sus emisiones para llegar a un balance neto cero, potencializando aspectos del desarrollo sostenible, como producir un producto cero emisiones.

Para esta investigación consideramos tres aspectos importantes:

- Determinar explícitamente las emisiones directas
- Identificar como reducirlas

- Contemplar estrategias de compensación a través de la generación de energía por medios renovables

Las actividades y procesos involucrados en el análisis de huella de carbono en la empresa Café Orgánico de Márcala S.A (COMSA) utilizamos el software “COOL FARM TOOL” el cual es una herramienta de Excel desarrollada por Unilever y la universidad de Aberdeen en Escocia) y contempla los siguientes aspecto a evaluar:

- Manejo del Cultivo del café, características de suelo
- Cantidad y Manejo de residuos agrícolas sólidos y líquidos dentro de la finca
- Aplicación de pesticidas sintéticos a los cultivos de la finca
- Aplicación de fertilizantes sintéticos a los cultivos de la finca
- Cambios de uso de suelo de la finca, tiempo en que se llevó a cabo y porcentaje de cambio en el uso de suelo
- Tipo de bosque, tipo de transición y edad de cuando se llevó a cabo
- Cambios en el manejo de los cultivos de la finca
- Crecimiento de la Biomasa Anual en el sistema de cultivos de la finca
- Fermentación entérica producto de los procesos de digestibilidad del ganado existente ya sea en su etapa juvenil, adulta productiva o adulta no productiva en la finca las características de alimentación y el manejo de las excretas de los mismos
- Uso de Energía Anual en la finca y los procesos
- Usos de otros combustibles para la producción de Energía tanto en finca como en planta de proceso.
- Cantidad y tipo de aguas residuales que contengan componentes orgánicos y el manejo que se le da a las mismas
- Combustibles, distancias y vehículos utilizados en transporte y en actividades productivas

Según (Guerra L. 2007) La carbono neutralidad es un estado dinámico, por lo cual año a año se deben realizar evaluaciones. Esto sitúa a la posición institucional en un clima de sensibilidad y vulnerabilidad hacia los ecosistemas terrestres que son críticos para el cambio en la dinámica de absorción para mantener el logro de carbono neutralidad en el tiempo, lo que

realza la importancia de un instrumento de monitoreo. Esto hace referencia a la calidad de las compensaciones y a la permanencia de las remociones (Locatelli et al, 2004).

El alcance de la carbono neutralidad implica un cambio total dentro del ciclo de vida de la producción en COMSA donde debe de haber un compromiso que conlleve la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) y que conlleve a una posterior certificación.

Para esto es necesaria la construcción de una huella de carbono que sea precisa y que la misma sea robusta por lo que es imprescindible que la misma se cuantifique a partir de estándares internacionales como la norma PAS 2060: 2014 de la British Standard Institution (BSI) con el uso del Software “COOL FARM TOOL” y alcanzar la carbono neutralidad con una estrategia de generación de Energía por medio renovables en la empresa Café orgánico de Marcala S. A (COMSA) en Marcala La Paz,

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Existen dos fuerzas que propician el cambio climático global; la explosión demográfica y el incremento incesante en la demanda de bienes y servicios (Rischart, 2002) La explosión demográfica está causando una presión sin precedentes sobre los suelos, el agua, los bosques y los recursos marinos. (Malthus, 1776-1834) Expresó, que la población crece en una progresión geométrica y que los recursos alimenticios crecen en una progresión aritmética.

Las proyecciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) establece que; habrá más de 2000 millones de personas más que en la actualidad para el año 2020, 95% de estas personas estarán en países sub-desarrollados, 50% vivirán en ciudades, lo que conllevará a un incremento en la demanda de alimentos en un 40%. Los cambios globales pueden sintetizarse en dos procesos:

- Cambios que son producto de las actividades del hombre y
- Los cambios producidos por la propia naturaleza.

A partir de estos dos procesos, se han definido dos categorías básicas para explicar el cambio climático:

- Procesos sistémicos: perturbaciones que pueden ocurrir en algunos lugares en específico, pero que tienen efecto en todo el planeta;
- Procesos acumulativos: sustancias que se acumulan en diversos lugares, provocando perturbaciones acentuadas del entorno.

El cambio climático comprende relaciones complejas entre procesos (climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos). La respuesta del cambio climático se caracteriza por la adopción de decisiones en condiciones de incertidumbre y riesgo, lo que abarca cambios no lineales y/o irreversibles (IPCC, 2001). Esto quiere decir que desconocemos la capacidad de resistencia y resiliencia de los ecosistemas afectados.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático es un grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático conformado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual, ha establecido dos áreas para aminorar los efectos del cambio climático; medidas de adaptación y medidas de mitigación. Por mitigación se entiende una intervención antropogénica para reducir fuentes de gases de efecto Invernadero o aumentar los sumideros

Las medidas de mitigación están enfocadas en la disminución de emisiones relacionadas a la caracterización socioeconómica y tecnológica y del nivel deseado de estabilización de concentración de (GEI) en la atmósfera (IPCC, 2001). La reacción internacional más concreta a raíz de las consecuencias previsibles del cambio climático es el Protocolo de Kyoto (PK).

El PK es la primera acción bajo un marco institucional de un compromiso voluntario, en el cual los países firmantes del protocolo se comprometen a disminuir sus emisiones totales de gases de efecto invernadero, expresadas en dióxido de carbono equivalentes, a un nivel inferior en no menos al 5% de 1990 en el periodo de compromiso 2008 –2012 (Naciones Unidas, 1998). Esta medida, ha vista de la comunidad internacional, ha sido considerada como insuficiente.

A finales del año 2007 se realizó en la ciudad de Bali Indonesia las negociaciones de la segunda fase del PK, en la cual se reconoció por todas las naciones asistentes, incluidas Estados

Unidos, la necesidad de carácter de urgencia de reducir y mitigar drásticamente las emisiones de GEI. Respecto a los lineamientos de mitigación se acordó lo siguiente:

- Medir, reportar y verificar apropiadamente los acuerdos o acciones de mitigación, incluida la cuantificación de emisiones y los objetivos de estabilización y reducción para todos los países en vías de desarrollo, tomando en cuenta las diferentes circunstancias nacionales de cada país.

- Acciones de mitigación en el contexto del desarrollo sostenible a través de aplicación de tecnologías y financiamiento de manera medible, reportable y verificable.

- Un enfoque de políticas e incentivos relacionados a la reducción de emisiones proveniente de la deforestación y degradación de los bosques realzando el rol de la conservación y el manejo sostenible de los bosques respecto al almacenamiento de carbono en países en vías de desarrollo.

- Se incluye como un enfoque importante las oportunidades de utilizar el mercado de carbono y medidas costo efectivos para promover acciones orientadas a la mitigación considerando las diferentes circunstancias de los países en vías de desarrollo.

- Medir las consecuencias económicas y sociales de la mitigación.

- Fortalecer el rol conductivo de la convención para permitir sinergia entre los sectores públicos, privados y la sociedad civil con el objeto de proceder a realizar acciones de mitigación integrales y coherentes.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Para la definición del problema se presenta a continuación el enunciado y su formulación:

1.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Si bien no existe una ley formal que exija la reducción de emisiones de GEI, existe un consenso global sobre la necesidad de tomar acciones concretas para mitigarlos y reducirlos. A nivel regional las instituciones recién han comenzado introducir el tema de gestión de emisiones en sus agendas, sin embargo aún quedan vacíos metodológicos para generar respuestas consistentes. El Café es un cultivo, que como cualquier otro, posee una dinámica de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, no se conoce la magnitud de sus emisiones ni la presión hacia los ecosistemas para la absorción de estos desechos, ese es precisamente el propósito de esta investigación.

1.2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

El principal indicador a nivel internacional de mayor relevancia para conocer qué cantidad de emisiones se producen en un ciclo de vida de un producto es la Huella de Carbono la cual permite estimar nuestros requerimientos en términos de recursos, como también, la capacidad de asimilación de dichas emisiones de una institución, región o país expresada en áreas productivas. Este tipo de indicadores que realizan un balance entre la consecuencia de nuestras acciones y los límites funcionales de los ecosistemas, abre la posibilidad de responder organizacional a través de un cuestionamiento de los hábitos institucionales y del manejo del capital natural para la asimilación de dichas emisiones.

La responsabilidad social institucional está ligada a un acto ético y moral respecto al manejo interno de los hábitos de consumo, producción y de administración. COMSA es una Empresa que ha planteado el desafío de incorporar el enfoque hacia la carbono neutralidad, con miras de alcanzar una certificación de Carbono neutro..

Las consideraciones que se abren al analizar la huella de Carbono conlleva a una posición de análisis bastante extenso. No obstante, la finalidad de esta investigación es fomentar el conocimiento institucional para diseñar una senda que permita el logro de la carbono neutralidad y valorar qué aspectos de las posibles rutas de mitigación permitirían

reducir o compensar el impacto de las emisiones dentro del ciclo productivo del café Oro de Exportación.

Para elaborar este estudio se hace imprescindible visualizar los servicios que prestan los ecosistemas en función de remover o almacenar los gases de efecto invernadero expresados en dióxido de carbono equivalente (CO₂e) con el fin de establecer la Huella de Carbono dentro de la empresa.

Establecer los lineamientos para una planificación de Huella de Carbono permitiría tener un mejor entendimiento de cómo se interrelacionan los hábitos institucionales y las externalidades negativas que estos producen, para así conocer opciones de cambio y visualizar las oportunidades presentes, tanto en el mercado como en las redes internacionales relacionadas con el tema

Uno de los indicadores a nivel internacional de mayor relevancia para conocer la presión sobre los ecosistemas es la Huella Carbono que nos permite conocer la cantidad de emisiones de gases efecto invernadero durante un ciclo productivo de un cultivo. Este tipo de indicadores que realizan un balance entre la consecuencia de nuestras acciones y los límites funcionales de los ecosistemas, abre la posibilidad de responder a través de un cuestionamiento de los hábitos normales productivos del cultivo del café y del manejo del capital natural para la asimilación de residuos, ¿será factible la construcción de la huella en el proceso productivo de café? ¿con que medidas será posible equilibrar las emisiones de GEI para lograr carbono neutralidad?

1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

¿Qué cantidad de emisiones de gases efecto invernadero se producen en el ciclo de vida del producto en la empresa COMSA en Marcala la paz?

¿Es suficiente el capital natural denominado finca la fortaleza en la empresa COMSA en marca la paz para fijar las emisiones que produce la producción del café.?

¿Cuáles son las actividades dentro del ciclo de vida productivo del café que tienen mayor incidencia en la dinámica de emisiones?

¿Con la producción de energía a través de medios renovables podemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para el alcance de la Carbono neutralidad?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Calcular la Cantidad de Gases efecto Invernadero emitidos directa o indirectamente mediante el análisis del ciclo de vida productivo del café, utilizando la norma PAS 2060:2014 y el software “cool farm tool” del BSI Brithish Standard Solutions, con la finalidad de alcanzar la carbono neutralidad en el proceso productivo de café, específicamente en la finca COMSA, marcala, La paz.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar y cuantificar las fuentes de emisiones de GEI del ciclo de vida del café oro de exportación en la empresa COMSA en Marcala La Paz, a través a través de la Norma PAS 2060:2014 y el software “cool farm tool” del BSI Standard Solutions.

Cuantificar la cantidad de CO_{2eq} que fija el capital natural existente en la finca la fortaleza,

Identificar que actividades dentro del ciclo de vida productivo del café Oro de exportación producen mayor cantidad de Gases de efecto Invernadero

Plantear una estrategia de reducción de emisiones de Gases efecto Invernadero con la generación de energía con fuentes renovable para lograr que el proceso de cultivo logre el equilibrio de carbono neutralidad

1.5 JUSTIFICACION

¿por qué? La Huella de Carbono es la totalidad de Gases efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización evento o producto, tal

impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de las emisiones de (GEI) siguiendo normativas internacionales reconocidas como ISO 14067, GHP protocol, PAS 2060: 2014 entre otras, una vez conocido el inventario es posible implementar una estrategia de reducción y compensación de mediciones con la finalidad de certificarse Carbono neutral. ¿Para qué sirve a una empresa ser carbono neutral? De acuerdo con expertos consultados, para mejorar la competitividad. (Castro, 2013) Entre los beneficios que se podrían obtener al construir una huella de carbono y la implementación de una estrategia de reducción de emisiones podemos encontrar que otorga ventajas competitivas, mejora las redes de negocio y reduce los costos operativos, a nivel legislativo garantiza la tranquilidad respecto a la nueva legislación sobre el cambio climático, además hace frente a las preocupaciones de consumidores, accionistas e inversionistas. (Castro, 2013).

La implementación de medidas y estrategias encaminadas a lograr la carbono neutralidad trae consigo beneficios a los procesos y al ambiente, aumentando además la competitividad y la calidad de los servicios, siendo el café uno de los productos de mayor exportación del país y del cual aún no se tiene cuantificación de emisiones, es necesario y adecuado dedicar esta tesis con ese objetivo.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

A continuación se presenta un estado sobre las diferentes normas para alcanzar la carbono neutralidad, el proceso de carbono neutralidad en Centroamérica, proceso productivo de café, y el rol que juega la caficultura en nuestro país, específicamente en la zona en estudio.

2.1.1 ANALISIS DEL MACROENTORNO

(Musmanni, 2014) Afirma: “Hoy en día se reconoce el problema del cambio climático debido al incremento en la concentración de gases de efecto invernadero, que causan el calentamiento global y acarrear una amplia gama de afectaciones a los agentes económicos, a la sociedad y a los ecosistemas” y este reconocimiento se ha ampliado en numerosos encuentros regionales y mundiales en donde se afirman compromisos ambientales cada vez más urgentes, la iniciativa de la carbono neutralidad en la región centroamericana la ha llevado costa rica, El año 2007 comenzó de manera muy prometedora para Costa Rica, cuando el entonces presidente Óscar Arias Sánchez anunció la carbono neutralidad del país para el año 2021. Eligió este año no por casualidad: El 2021 marca el bicentenario de la independencia de Costa Rica de la potencia colonial española. (Kollowik, 2014).

En este proceso el país ha tenido avances, y se mantiene en la ruta para llegar a la carbono neutralidad en el país, como lo afirma (Musmanni, 2014) “ya existen 23 empresas y organizaciones que tienen la marca C-Neutral otorgada por el Minae al cumplir los requisitos establecidos. En promedio, estas empresas han logrado una reducción de emisiones del 18 % con respecto a su línea base, y esto ha representado ahorros económicos importantes y un aumento de la competitividad, además del reconocimiento como empresas climáticamente responsables”.

Costa Rica ha establecido una norma nacional para el alcance de dicha meta como lo podemos ver a continuación:

Con el fin de contar con una definición común y un método reconocido para el término de C-Neutralidad, el MINAE publicó el acuerdo 36-2012 donde se oficializa el “Programa País

Carbono Neutralidad” en el que se establecen dos niveles de reporte para las organizaciones, a saber:

- a. Reporte de Inventario de Emisiones de GEI.
- b. Declaración de Carbono Neutralidad.

Con el objetivo de garantizar que los consumidores y otros agentes relacionados, nacionales e internacionales, tengan la confianza de que las declaraciones de carbono neutralidad son válidas y reconocidas por el Estado, se publicó la norma nacional INTE 12-01-06:2011, según Acuerdo 36-2012-MINAET, publicado en Alcance N°79 de la Gaceta N° del 19 de junio del 2012, que especifica los requisitos para las organizaciones interesadas en declararse Carbono Neutral en sus procesos de gestión. (DCC, 2014).

La c- neutralidad la podemos definir como: “se logra cuando a través de un proceso transparente de medición de las emisiones (e), el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones y/o remociones internas (r), menos la compensación (c) es igual a cero.” (Segura, 2013)

A su vez el cálculo de emisiones tiene sus peculiaridades tal como lo explica (Segura, 2013) : “La contabilidad y el reporte de GEI se basan en los principios de relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión. La iniciativa se concentra en los seis gases o familias contempladas por el Protocolo de Kioto y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Los seis gases o familias contempladas son, el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el hexafluoruro de azufre (SF₆), los cloro fluoro hidrocarbonados (CFC) y perfluorocarbonados (PFC).” El cálculo de emisiones debe realizarse utilizando los factores de emisión oficiales de cada país y los potenciales de calentamiento global indicados por el IPCC. Las emisiones de GEI deben reportarse en toneladas de CO₂ equivalente o (t CO₂ e), además se recomienda reportar las emisiones de los seis GEI de manera independiente.

Las metodologías para el cálculo de emisiones GEI son diversas y cada una posee características de certificación y validación diferentes, a continuación se presenta un resumen:

Tabla 1. Matriz comparativa de las diferentes metodologías

	UNE EN ISO 14.064	GHG Protocol alcance 1 y 2	GHG Protocol Alcance 3	Bilan Carbon e	PAS 2060:2014
Organización Responsable	Organización Internacional de Normalización	WBCSD-WRI		ADEME	Brithis estándar Institute
Utilidad	Inventario de Emisiones		Huella de Carbono		Huella de carbono y compensación de emisiones
Recomendaciones Para la reducción	Si	No	No	Si	Si
Recomendaciones para la compensación	No				Si
Contabilización de las remociones de GEI	Si	No			
Gases Considerados	Todos los GEI	Los seis incluidos en el protocolo de Kyoto (CO2, CH4, N2O, HFCs, PFCs, SH6)			
Escala	Organización	Organización/Producto/Servicio			Organización/P roducto
Alcance	Directas+Indirect as+Otras indirectas	Directas+Ind irectas	Directas+Indirectas+Otras indirectas		
Uso internacional	Si			No	Si
Posibilidad de verificación por un organismo externo independiente	Permite la verificación de los inventarios y emisiones reducidas	El GHG Protocol no es un estándar de verificación (Ofrece guías)		No es un estándar de verificación	Si permite la verificación de inventarios y emisiones reducidas
Verificación	Si a nivel de ISO	El GHG protocol no certifica las verificaciones		No certifica las verificaciones	Certifica la neutralidad climática de la empresa

Fuente: (S.A., 2013)

2.1.2 ANALISIS DEL MICROENTORNO

La actividad cafetalera es uno de los principales pilares de la sostenibilidad económica, social y ambiental de Honduras.

La caficultura tiene un importante efecto multiplicador de la economía ya que implica a multitud de subsectores a lo largo del proceso de producción desde los insumos agrícolas, al proceso de beneficiado y transporte. (Gonzalez Riubal, 2005).

Honduras es el mayor país productor de Centroamérica donde el 98% del café es cultivado bajo sombra y el 95% de la caficultura está en manos de pequeños productores.

Genera más de 1 millón de empleos directos e indirectos lo que significa más del 8% de la generación de empleos del país. Significa la generación del 22% de empleos en zona rural Representa el 8% del PIB Nacional y casi el 30% del PIB Agrícola. Genera más de 400 millones de dólares en divisas. (IHCAFE, 2007).

El sector caficultor está organizado en cuatro organizaciones gremiales que agrupan los más de 100 productores registrados. la organización con más número de asociados es la asociación hondureña de productores de café (ANACAFEH) y algunos son miembros de las cooperativas afiliadas a la central de cooperativas cafetaleras de honduras (LA CENTRAL) y la unión nacional de cooperativas (UNIOCOOP). Estos gremios tienen un sistema organizativo bien estructurado en 213 municipios distribuidos en los 15 departamentos cafetaleros del país. (IHCAFE, 2007)

Algunas de las calidades de café que se producen en el país son Café Gourmet con características de calidad y sabor diferenciadas Strictly High Grown (SHG) a una altura mayor a los 1,300 msnm. High Grown (HG) entre 900-1300 msnm Standard (STD) hasta 900 msnm.

Tabla 2. Información General del café en Honduras

DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD
Productores de Café	Numero de familia	+100,000
Área de Siembra con café	Hectáreas	270,000
Variedades de café cultivadas en Honduras	Típica, Borbón, Catuai, Caturra, Parainema, Lempira	
Producción promedio anual	Sacos de 46 kg	4.4 millones
Exportación Promedio Anual	Sacos de 46 kg	3.8 millones
Consumo Interno Anual	Sacos de 46 kg	500 mil
Departamentos Productores de Café.	Numero	15 de 18 (solo no se produce café en Gracias a Dios, Islas de la bahía y valle)
Municipios Productores de Café.	Numero	213 de 298

Fuente: (IHCAFE, Principales Avances del Sector Productor de Cafe, 2007)

En cuanto a la distribución porcentual de la producción del país tenemos que el occidente representa el 45% le sigue el oriente con 25%, la zona centro sur con 20% y el norte con 10%, las regiones más cafetaleras del país son Copan, Opalaca, Montecillos, Azul meanbar y Asalto tropical. (IHCAFE, 2007).

Existen ciertas certificaciones ambientales que se han otorgado al sector cafetero nacional y entre ellas tenemos las siguientes:

OrganicoUTZ, Kapeh, Rain Forest Alliance, CAFÉ Practices, Comercio Justo y Bird Friendly.

En el siguiente mapa se muestran las regiones cafetaleras del país, donde podemos apreciar su fuerte presencia en el occidente:

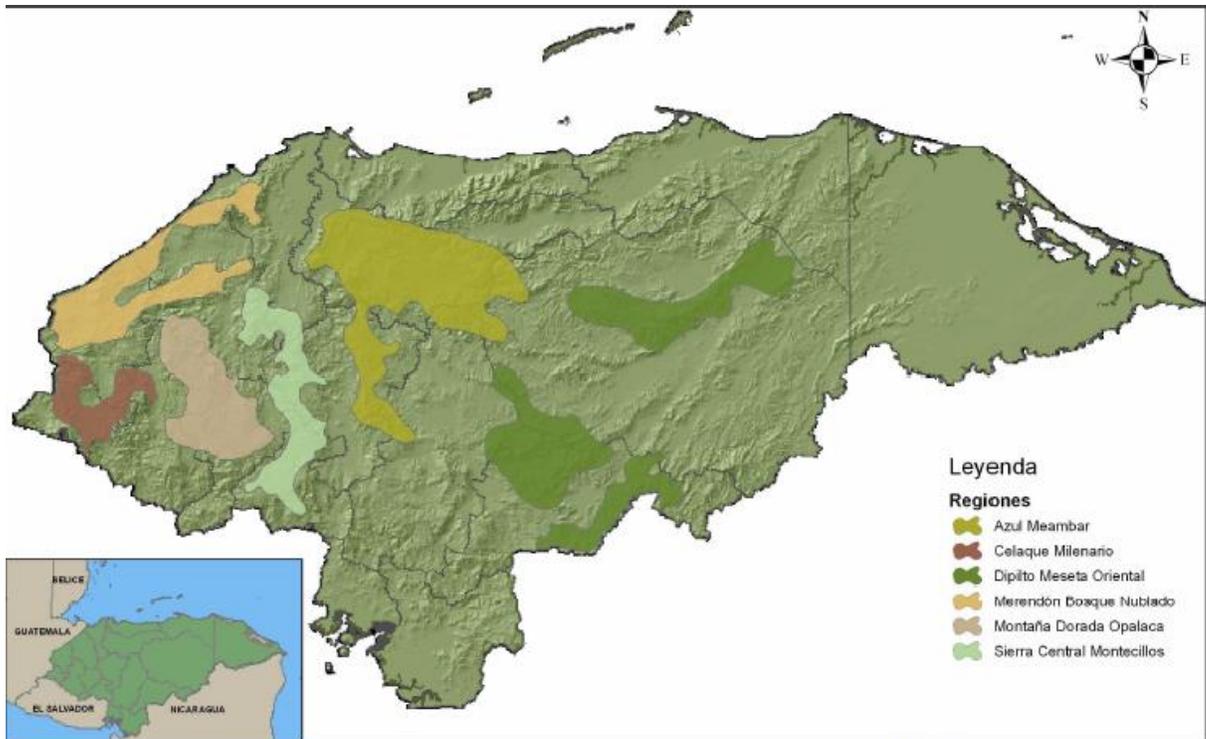


Figura 1. Regiones cafetaleras de Honduras

Fuente: (Gonzalez Riubal, 2005)

Las exportaciones a la fecha suman 3.51 millones de sacos de 46 kg, mostrando un incremento del 0.57% comparado a los 3.49 millones registrados en el mismo periodo del año 2014-2015. El valor de las exportaciones es de 432 millones de dólares mostrando una disminución de 26% comparado con 582 millones registrados en esta fecha en 2014-2015, esto debido a la caída en los precios durante la actual cosecha. El precio promedio de exportación a la fecha es de \$123.13, comparado con el precio promedio de 2014-2015 de \$166.76 hay una diferencia negativa del 26%. Los contratos de venta suman un total de 5.5 millones de sacos de 46 kg, mostrando un incremento del 18.23% comparado a los 4.6 millones registrados a esta misma fecha en 2014-2015. (IHCAFE, Informe Estadístico cosecha 2015-2016, 2016)

Los principales mercados a los que Honduras exporta su café son Europa y Estados Unidos, sin embargo no son los únicos destinos del aromático, a continuación se muestra los principales destinos de exportación en el último año.

Tabla 3. Principales destinos de las exportaciones cosecha 2015-2016

No.	DESTINO	VOLUMEN (46k)	VALOR (US\$)	%
1	Alemania	1,073,853.00	134,615,650.23	30.64
2	Estados Unidos	670,810.15	82,819,702.76	19.14
3	Bélgica	317,556.00	39,505,950.74	9.06
4	Italia	263,121.16	32,089,281.01	7.51
5	México	155,500.31	16,990,764.64	4.44
6	Francia	147,952.50	17,612,193.78	4.22
7	Corea	114,220.50	13,548,764.47	3.26
8	Suecia	113,348.54	15,275,645.25	3.23
9	Reino Unido	97,605.00	12,706,240.45	2.78
10	Rep. Dominicana	95,325.00	11,210,146.88	2.72
	Sub-total	3,049,292.16	376,374,340.19	87.00
	Otros	455,753.39	55,204,183.84	13.00
	Total	3,505,045.55	431,578,524.03	100

Fuente: (IHCAFE, Informe Estadístico cosecha 2015-2016, 2016)

2.1.3 ANALISIS INTERNO

2.1.3.1 LA EMPRESA

La empresa “Café Orgánico Marcala S.A. de C.V. – COMSA”, fue fundada y constituida como Sociedad Anónima de Capital Variable, el 13 de Diciembre del año 2001, con el apoyo de la Fundación para el Desarrollo Empresaria Rural – FUNDER. Está ubicado en la zona de centro del país tal como se ve en la figura 1, Se originó de un grupo de 69 pequeños productores/as en su mayoría de la etnia lenca, organizados en Cajas de Ahorro y Crédito Rural, interesados en comercializar 1,537 quintales de café oro verde de calidad única en mercados diferenciados con mejores términos de intercambio.

La forma de producción predominante en la zona, es en pequeña escala con tecnología tradicional – convencional y prácticas de comercialización inadecuadas que ocasionaban la venta de la producción a precios bajos que no compensaban los recursos y esfuerzos invertidos por los productores/as, por lo que se buscaron alternativas de solución para mejorar el sistema, encontrando la conversión de fincas convencionales a orgánicas como una opción viable para los

productores/as. En un inicio este proceso fue crítico, pues al implementar las medidas de conversión, se sufrió una reducción en los rendimientos que ocasionó que muchos socios/as se desanimaran y desertaran. Esta situación, fue analizada por los directivos/as, la gerencia y su equipo técnico, identificando a la Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense – CEDECO – como una aliada estratégica para este propósito. (Castillo, 2012)

Aliados con CEDECO se capacitó a todo el personal y socios/as de COMSA en el conocimiento y practica de tecnologías diversas orientadas al desarrollo de fincas orgánicas integrales con lo que se está mejorando los rendimientos productivos, las relaciones familiares, aumentando nuestra membrecía, preservando los suelos, el agua, la flora y la fauna, contribuyendo de esta forma con el equilibrio del ecosistema para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático. (Castillo, 2012)

Actualmente COMSA está comercializando 98,000 quintales de café oro verde con características únicas en tasa que lo diferencian, entre las cuales podemos mencionar: acidez y fragancia cítrica floral, sabor a melocotón y mora silvestre, cuerpo medio, entre otras. (Castillo, 2012)

Se cuenta con instalaciones adecuadas para el beneficiado húmedo y beneficio seco para la preparación y exportación de café con los sellos de Comercio Justo, Orgánico símbolo de pequeños productores, y denominación de origen. (Castillo, 2012)

2.1.3.2 SU MISION

Somos una empresa que comercializa café orgánico y convencional de calidad, con precios competitivos. Trabajamos con solvencia y transparencia financiera obteniendo los recursos para el mejor desempeño empresarial.

2.1.3.3 SU VISION

Ser una empresa competitiva, rentable y reconocida por su calidad de café administrando sus negocios con transparencia todos sus negocios con equidad de género y con armonía con la naturaleza contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de los socios socios y su familia.

2.1.3.4 UBICACIÓN

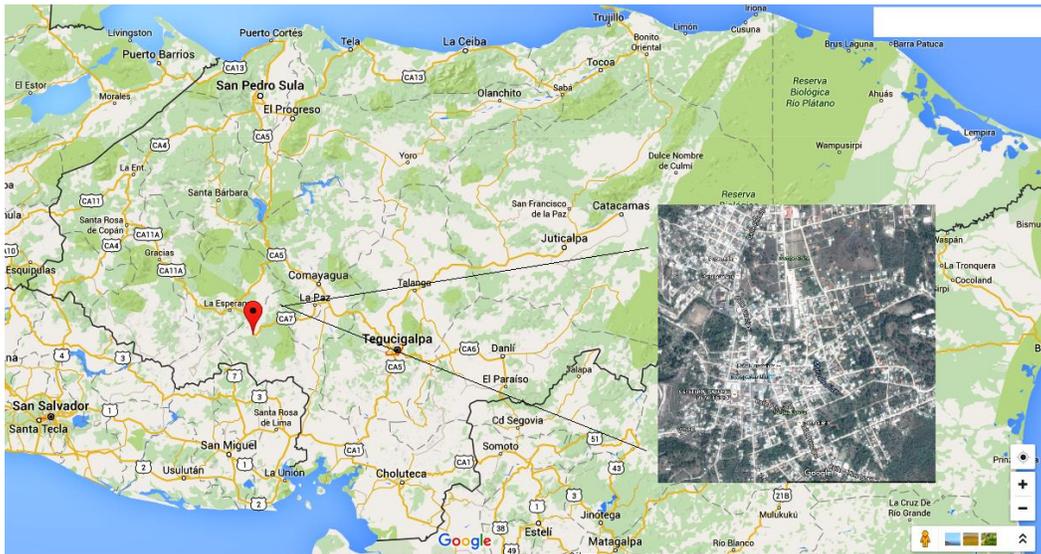


Figura 2. Ubicacion e Marcala, La paz

Fuente: (Elaboración propia, 2016)

En la figura 2 se muestra una gráfica del proceso de poscosecha bajo el proceso de beneficiado húmedo.

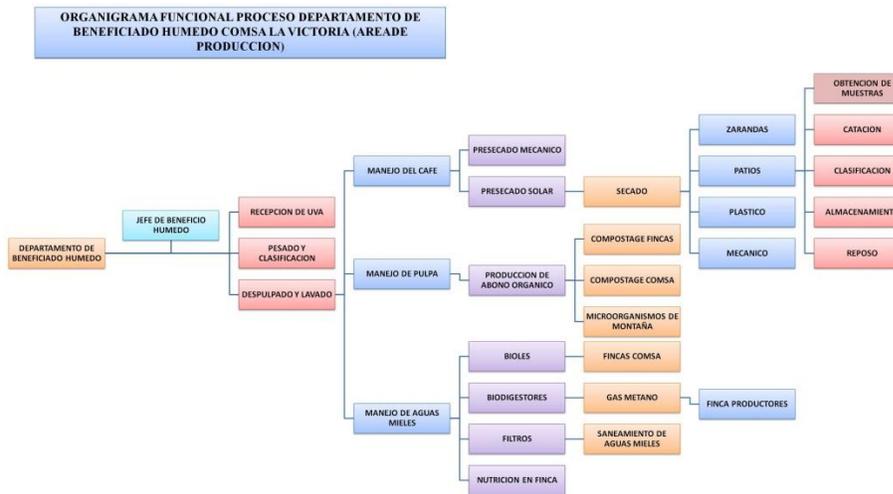


Figura 3. Organigrama de Proceso de Beneficiado Húmedo

Fuente: (COMSA, 2016)

2.2 TEORIA DE SUSTENTO

Con el calentamiento global latente y la concientización cada vez más creciente de los gobiernos sobre este tema, toma un gran valor todas las contribuciones ambientales que puedan ayudar a paliar la creciente contaminación y degradación del medio ambiente en el planeta, es por eso que iniciativas de carbono neutralidad agregan no solo valor si no conciencia de que el planeta solo hay uno y lo estamos destruyendo.

Como lo define (Segura, 2013) C-Neutralidad: se logra cuando a través de un proceso transparente de medición de las emisiones (e), el resultado del cálculo neto de las emisiones menos las reducciones y/o remociones internas (r), menos la compensación (c) es igual a cero.

Otra de las teorías de sustento es el plan de gestión para la carbono neutralidad que (Segura, 2013) lo define de la siguiente manera:

Plan de gestión para la C-Neutralidad: instrumento para alcanzar los objetivos y metas de la C-Neutralidad. El plan de gestión incluye: la designación de las responsabilidades para alcanzar los objetivos y las metas, los medios y cronograma bajo los cuales deben alcanzarse.

Plan en el cual están involucradas todas las variables necesarias para tal fin, dependiendo de la norma a utilizar.

2.3 CONCEPTULIZACION

Esta Investigación pretende Identificar y cuantificar las fuentes directas de emisiones de la producción del Café oro de Exportación de la empresa Café Orgánico Marcala S.A (COMSA) ubicada en el Municipio de Marcala departamento de La Paz, a través de la aplicación de la Norma Pas 2060: 2014 de la British Standard Institute (BSI) utilizando el software THE COOL TOOL FARM y adaptados al quehacer de la institución en base a las metodologías base propuestas por el IPCC.

El IPCC provee metodologías para estimar emisiones a partir de actividades hechas por el Hombre o procesos que se consideren fuente de emisión de GEI. Para el caso de estudio se realizó un análisis del ciclo de vida de Producción del café oro de exportación originadas por las siguientes actividades y procesos:

- Manejo del Cultivo del café, características de suelo
- Cantidad y Manejo de residuos agrícolas sólidos y líquidos dentro de la finca
- Aplicación de pesticidas sintéticos a los cultivos de la finca
- Aplicación de fertilizantes sintéticos a los cultivos de la finca
- Cambios de uso de suelo de la finca, tiempo en que se llevó a cabo y porcentaje de cambio en el uso de suelo
- Tipo de bosque, tipo de transición y edad de cuando se llevó a cabo
- Cambios en el manejo de los cultivos de la finca
- Crecimiento de la Biomasa Anual en el sistema de cultivos de la finca
- Fermentación entérica producto de los procesos de digestibilidad del ganado existente ya sea en su etapa juvenil, adulta productiva o adulta no productiva en la finca las características de alimentación y el manejo de las excretas de los mismos
- Uso de Energía Anual en la finca y los procesos
- Usos de otros combustibles para la producción de Energía tanto en finca como en planta de proceso.
- Cantidad y tipo de aguas residuales que contengan componentes orgánicos y el manejo que se le da a las mismas

- Combustibles, distancias y vehículos utilizados en transporte y en actividades productivas

La identificación de fuentes de emisión nos permite construir la huella de carbono, la cual está compuesta por actividades o procesos dentro del ciclo productivo del café oro de exportación.

La huella se construyó tomado en consideración el periodo de cosecha 2015-2016 comenzando en Noviembre del 2015 y Finalizando en Marzo 2016. Los gases de efecto invernadero que se cuantificaron son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

La importancia de la construcción de la Huella de Carbono es la identificación de los Gases efecto invernadero (GEI) mediante el análisis de su ciclo de vida productivo generándose así un inventario de las emisiones de (GEI) con respaldo de una norma internacional como la, PAS 2060: 2014 para que el inventario sea correcto y confiable y así poder implementar una estrategia de reducción y compensación de emisiones con la finalidad de certificarse Carbono neutral

2.4 INSTRUMENTOS

Según (Segura, 2013) La contabilidad y el reporte de GEI se basan en los siguientes principios:

“• Relevancia: Asegura que el inventario de GEI refleja de manera apropiada las emisiones de la actividad y que sea un elemento objetivo en la toma de decisiones tanto de usuarios internos como externos.

• Integridad: Conlleva a hacer la contabilidad y el reporte de manera íntegra, abarcando todas las fuentes de emisión de GEI y las actividades incluidas en el límite del inventario. Se debe reportar y justificar cualquier excepción a este principio general.

• Consistencia: Utiliza metodologías consistentes que permitan comparaciones significativas de las emisiones a lo largo del tiempo. Documenta de manera transparente

cualquier cambio en los datos, en el límite del inventario, en los métodos de cálculo o en cualquier otro factor relevante en una serie de tiempo.

- **Transparencia:** Atiende todas las cuestiones significativas o relevantes de manera objetiva y coherente, basada en un seguimiento de auditoría transparente. Revela todos los supuestos de importancia y hace referencias apropiadas a las metodologías de contabilidad y cálculo, al igual que a las fuentes de información utilizadas.”

Los instrumentos bases para la construcción de la huella obtienen su metodología de las normas internacionales cada una con su particular forma de cálculo, en esta investigación y para el proceso productivo de café, nos basaremos en una norma que se pueda aplicar a productos como lo es el café, por ello identificamos y seleccionamos la norma PAS 2060:2014 del BSI.

“Las siglas PAS responden al acrónimo de Public Available Specification. En el caso de la PAS 2060:2014, esta norma ha sido elaborada por el British Standard Institution, organización empresarial independiente e internacional cuyos servicios se centran en la certificación de sistemas de gestión y productos, desarrollo de normas nacionales e internacionales así como formación en materia de normas y comercio internacional”. (Segura, 2013)

La norma PAS 2060:2014 es el resultado de la mejora del concepto de la norma anterior de BSI la PAS 2050 que está diseñada para el cálculo de la huella asociada a productos, esta norma incluye además de la contabilización, la reducción y compensación de las emisiones, lo que nos brinda la oportunidad de alcanzar el objetivo de neutralidad en un proceso o producto en que estemos interesados en aplicar, además de poder ser aplicable a organismos ya sea públicos o privados preocupados por la situación ambiental del planeta.

“La norma se aplica a todas aquellas entidades que puedan demostrar que no generan un aumento neto en la emisión de GEI como consecuencia de sus actividades. Su implementación obliga no sólo al cálculo de la huella de carbono de la organización sino a establecer una serie de objetivos de reducción de emisiones en sus procesos.” (Segura, 2013) Algo a resaltar en esta

norma es la posibilidad de que las empresas o procesos pueden compensar o usar los esquemas de compensación derivados del protocolo de Kioto o de los mercados voluntarios.

2.5 MARCO LEGAL

En el marco de la legislación que rodea la institucionalidad del cultivo de café, es amplia ya que cuenta con una serie de instituciones que abogan por la caficultura en el país y por la naturaleza de producto de exportación también es regulado por ciertas normas y leyes internacionales y tratados, la institución encargada para el manejo de la política cafetalera en el país es el CONACAFE, tal como lo explica en su informe sobre política cafetalera:

“La política se enmarca en las atribuciones del CONACAFE, contempladas en el Decreto Legislativo No.145-2000, de su creación, como encargado de formular la política cafetalera del país y asesorar al Presidente de la República en asuntos relacionados con la industria del café, y también en el artículo 17 del Decreto No. 297-2002, donde se le manda al CONACAFE elaborar políticas y estrategias de corto, mediano largo plazo para el desarrollo integral de la caficultura nacional” (CONACAFE, 2003)

Existen además una serie de leyes y reglamentos dentro del rubro cafetero, ya que para ser tanto productor, exportador, intermediario, etc... Existen sus requisitos respectivos, aquí se muestra las principales leyes del rubro cafetero nacional:

- Convenio internacional del café
- Decreto 145-2000
- Decreto 152-2003
- Decreto 213-2000
- Decreto 297-2002
- Decreto 56-2007 y sus reformas
- Reglamentos para comercialización, requisitos para agente, productor, exportador, intermediario y torrefactor.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 CONGRUENCIA METODOLOGICA

La construcción de la huella y la obtención de la carbono neutralidad aplicada en este trabajo investigativo, está fundamentada y basada en “PAS 2060:2014 SPECIFICATION FOR THE DEMONSTRATION OF CARBON NEUTRALITY”, elaborada por BSI, y es la norma más utilizada para cálculo de huella de carbono cuando se trata de procesos y/o productos particulares como lo es el café.

La norma brinda el mecanismos y la metodología necesaria para alcanzar en cualquier proceso o institución los objetivos de carbono neutralidad, es por ello que pretendemos con el seguimiento de esta norma obtener resultados que nos muestren las emisiones que resultan del proceso productivo de café y saber qué medidas serán necesarias implementar para lograr la carbono neutralidad en el proceso, uno de las ventajas de seguir este lineamiento es la utilización de software especializado para el cálculo de la huella, en nuestro caso usaremos “The cool farm tool®” cuya licencia es gratuita y es especializado en construcción de huellas de carbono en procesos productivos agrícolas, una vez que la huella está construida la carbono neutralidad se lograría con medidas específicas en el proceso productivo con la introducción de energía renovable en diferentes fases del mismo.

3.1.1 DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

En la siguiente figura, se esquematizan las variables correspondientes a la construcción de la huella de carbono en general para un proceso productivo correspondiente a la agricultura, la cual resulta de la medición de diferentes parámetros específicos, en el caso de este trabajo de investigación se calculara para el proceso productivo del café.

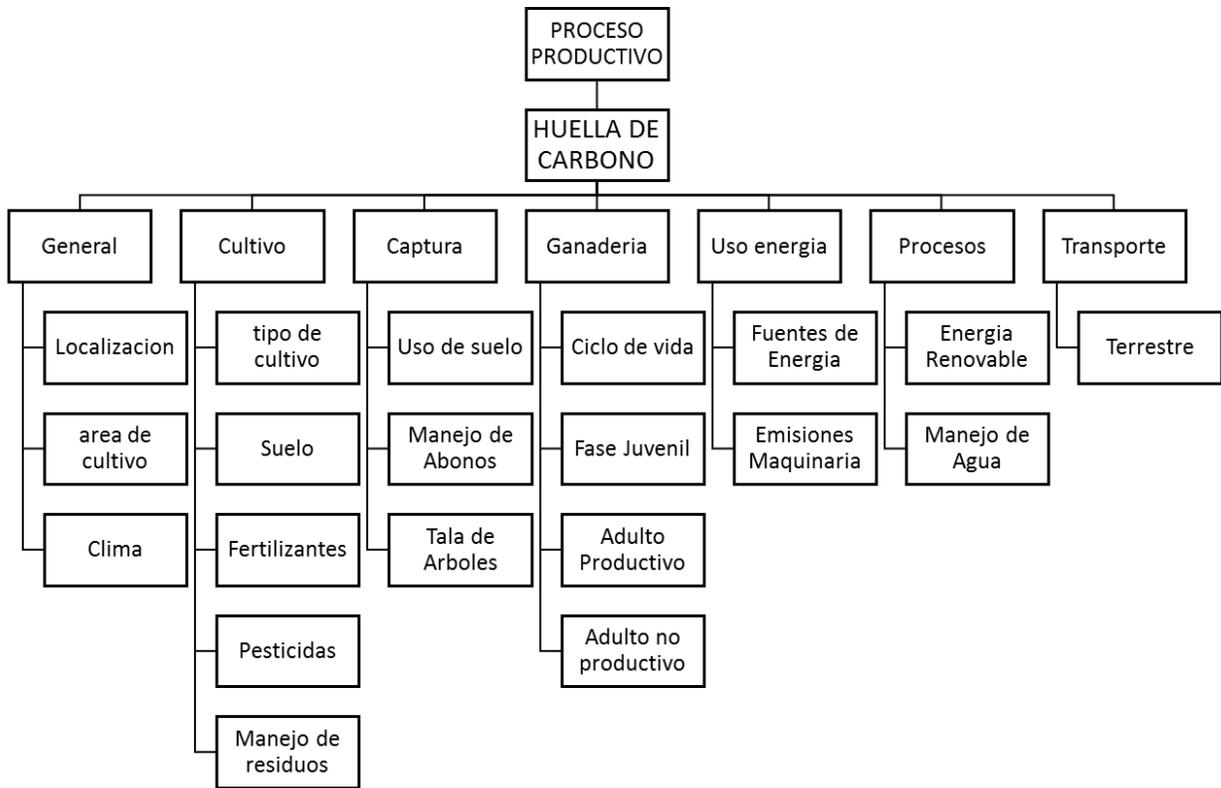


Figura 4. Diagrama Sagital de variables

Figura 4 Diagrama de variables.

Fuente: (Elaboración propia, 2016)

Se considera que la huella de carbono es la variable independiente, ya que es la variable que se pretende medir, y la variable independiente se considera el proceso productivo en el cual esperamos ver el efecto del cálculo de la huella de carbono y su posterior neutralización a través de la compensación por medio de energía renovable en el proceso productivo.

Tabla 4. Operacionalización de las variables

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Huella de Carbono	Totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización	Cantidad Total de CO2 emitido a la atmosfera	Toneladas de Co2/kg	Cantidad Total de CO2 emitido a la atmosfera	Cuál es la cantidad de Co2 resultante del cálculo?	Toneladas de Co2/kg	Razón	Software Especializado
Variable independiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Proceso Productivo de Café	Proceso general de Siembra, cosecha y recolección de café	Carbono neutralidad por la reducción y compensación de emisiones	Toneladas de Co2/kg	Neutralidad de carbono	Se logró la carbono neutralidad en el proceso productivo?	Si/No		Software Especializado

3.1.3 HIPOTESIS

La hipótesis general en este trabajo, responde al análisis del proceso productivo y la construcción de la huella de carbono. A continuación se presentarán las hipótesis planteadas para esta investigación:

H1: ¿Es posible alcanzar la condición de carbono neutralidad en el proceso productivo de café en la cooperativa COMSA a través de energías renovables?

H0: ¿No es posible alcanzar la condición de carbono neutralidad en el proceso productivo de café en la cooperativa COMSA a través de energías renovables?

3.1.3 ENFOQUE Y METODOS

El enfoque de la investigación es mixto, ya que posee características tanto del enfoque cualitativo como cuantitativo, siendo más cercano al segundo pero sin dejar de tener importancia

su lado cualitativo, se mide un fenómeno a profundidad, el significado de la huella de carbono se extrae de los datos, posee características secuenciales dado que está regido por una norma que brinda los pasos del proceso, la recolección de datos se fundamenta en la medición ya que para el cálculo de la huella es necesario la introducción de datos al software especializado, la interpretación constituirá una explicación de cómo encaja en el conocimiento existente, se podrán generalizar los resultados a otros beneficios o fincas cuyo proceso productivo es similar, estas como características del enfoque cuantitativo, y dado que se intenta evaluar el desarrollo natural de un proceso productivo sin manipulaciones esto le brinda una característica del enfoque cualitativo, por lo tanto el enfoque general es mixto.

Las diferentes áreas de estudio que se ven involucradas en esta investigación son diversas como ser agronomía, agricultura, caficultura y la generación de energía a través de procesos renovables, entre las técnicas de análisis de datos existe métodos estadísticos para analizar gráficamente los datos introducidos en el software “the cool farm tool ®”

3.3 MATERIALES

Para este objetivo es necesario estimar varios parámetros físicos de la zona, para ello es necesario tomar muestras del suelo para conocer su ph y su cantidad de materia orgánica, se necesitan recipientes para este fin, además de termómetro para medición de la temperatura ambiente.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de la investigación es experimental puro con medición de las variables, ya que la variable dependiente (el proceso productivo de café) tendrá efectos debido a la cuantificación y la posterior modificación de la variable independiente (la huella de carbono) que se lograra equilibrar a carbono neutralidad para llegar a los objetivos de la investigación.

3.4.1 POBLACION

La población de estudio es el conjunto de cooperativas de café en el sector de márcala en el departamento de la paz.

3.4.2 MUESTRA

La muestra es el área de cosecha y producción de la cooperativa de café márcala (COMSA) que cuenta con un estimado de 1200 socio.

3.4.3 UNIDAD DE ANALISIS

Las unidades de análisis están compuestas por el beneficio húmedo de café denominado la Victoria ubicada en el municipio de Marcala, en el departamento de La Paz en las coordenadas UTM WSG 84 (1564237N, 390149E), beneficio seco denominado Chinacla Ubicado en el municipio de Chinacla, departamento de La Paz en la coordenadas UTM WSG 84 (1567293N, 391936E) y un capital Natural denominado finca la Fortaleza ubicada en el municipio de Marcala, en el departamento de La Paz en las coordenadas UTM WSG 84 (1564578N, 391358E) que cuenta con un área de 70 hectáreas formada por una área compuesta de bosque de pino y roble y de cultivo de café y una producción anual de 17.72 toneladas de pergamino seco.

3.4.5 UNIDAD DE RESPUESTA

Como unidad de respuesta se conocen las fuentes de información, en nuestro caso para el cálculo de la huella de carbono y la estrategia de reducción, nuestras fuentes serán diversas

- Muestras de laboratorio de suelo
- Percepción visual del terreno
- Información de producción del beneficio de café húmedo y seco
- Cuantificación de unidad de combustible en los beneficios y finca de producción.
- Cuantificación de consumo eléctrico
- Generación de aguas residuales (aguas Mieles), Residuos sólidos (pulpa de café, Cascarilla o pergamino).
- Densidad de bosque natural y cultivo de Café y estimaciones de aumento de biomasa anual.

3.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Se presentan a continuación las técnicas con base en la norma PAS 2060:2014, la cual ha sido seleccionada para la elaboración tanto de la construcción de la huella de carbono como la elaboración de la estrategia de reducción y compensación de emisiones, además de los métodos cuantitativos y cualitativos para los fines de esta investigación.

3.5.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para recolectar la información del análisis cuantitativo son:

- Pruebas de laboratorio para análisis de suelo
- Cuestionario de preguntas para conocer los parámetros en la construcción de la huella, el cual se encuentra en los anexos de esta investigación.
- Norma PAS 2060:2014 para elaboración de la estrategia para alcanzar la carbono neutralidad
- Programa de cálculo “the cool farm tool” herramienta auxiliar para la construcción de la huella.

3.5.2 TÉCNICAS

Dentro de las técnicas utilizadas para la obtención de datos tendremos:

- 1) Observación simple
- 2) Aplicación de fórmulas para cálculo de la huella
- 3) Pruebas de laboratorio
- 4) Aplicación de hojas de cálculo dentro del programa “cool farm tool”

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias para este estudio fueron:

Algunas de las fuentes primarias son observación de campo, resultados de laboratorio, graficas de resultados, guías de normalización internacional, resultados de software.

3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes secundarias se tomaron:

Libros de texto, artículos de revistas, informes de organizaciones del ramo, normas internacionales, artículos de páginas web.

3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Este estudio presenta algunos desafíos que van más allá de los alcances

Una limitante es el tiempo ya que la implementación de la estrategia es necesario el seguimiento de las producciones sucesivas y exceden el tiempo de esta investigación.

Otra limitante es económica ya que la cooperativa se encuentra en Marcala, lo cual dificulta la obtención de datos de manera rápida.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS

Para el análisis de datos se utilizó el software denominado “cool farm tool” que nos permite evaluar y calcular la huella de carbono de un proceso productivo de café orgánico y además nos presenta en forma gráfica los resultados de todas las fases de análisis que desarrollamos:

Cabe mencionar que el software utilizado es aprobado por la norma para la construcción de la huella de carbono, las variables analizadas son en función del software, comenzando con la localización, área y clima correspondiente como podemos apreciar en la figura 5 que es equivalente a la pestaña de información general del programa.

Location	Location	Marcala	
	Year	2015	
	Country/U.S. State*	- Honduras	
	Default Unit system*	Metric	
Area	Product	gold coffe	
	Production Area*	70	hectares
	Fresh product from production area*	65.59	tonnes
	Finished product from total area*	17.72	tonnes
	Climate*	Tropical	
Climate	Average annual temperature (if	22.00	°C

Figura 5. Información General

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Entrando más en detalle de los datos encontramos el área de producción en hectáreas de la finca de estudio es de 70 hectáreas en total compuesta por bosque natural de pino, cultivo de café, en cuanto al cultivo del café el valor equivalente de producto fresco producido por la finca es de 65.59 toneladas de fruto en uva, el cual al ser procesado equivale a 17.72 toneladas de pergamino

seco, en relación al clima cabe resaltar que las zona centro-oriental de honduras es tropical con una temperatura promedio anual de 22 grados centígrados.

PRIMERA ETAPA

En la figura 6 se presentan las variables correspondientes al tipo de cultivo y a lo que respecta al suelo de la zona, evaluando parámetros como textura, porcentaje de materia orgánica, humedad en el suelo, tipo de drenaje y su ph.

Crop type	Crop type*	Coffee
Soil	Soil texture*	Medium
	Soil Organic Matter*	5.16 < SOM <= 10.32
	Soil moisture*	Moist
	Soil drainage*	Good
	Soil pH*	5.5 < pH <= 7.3

Figura 6. Datos del Cultivo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

En cuanto al tipo de cultivo, es el café y en base al análisis de suelo en poder de COMSA se pudo constatar que el suelo es de textura media con porcentajes de materia orgánica entre 5.16 y 10.32 con un suelo mayormente húmedo y con buen drenaje, y con pH 5.5 y 7.3 que corresponde a la escala de moderadamente ácido a neutro.

El uso de fertilizantes y pesticidas es uno de los factores que se incluyen en la sección correspondiente a manejo cultivo para el cálculo de la huella, como se puede observar en la figura 7, en esta sección se considera el tipo de fertilizante, su método de aplicación y el nutriente principal, en el caso de COMSA al ser un café orgánico se utiliza compost cero emisiones como fertilizante y no hay uso de pesticidas.

Fertiliser Use For the soil carbon effect of organic amendments to be estimated you must also complete the relevant section of the sequestration tab.	Fertiliser	Nutrient or product	Application rate	Unit (e.g. tonnes, kgs, pounds)	Application method	Emissions inhibitors	Fertiliser production	
	Fertiliser 1	Compost (zero emissions) - 1% N	N	13636.36	kg/ha	0	None	Current tech
	Fertiliser 2	[Select]	0	0	kg/ha	0	None	Current tech
	Fertiliser 3	[Select]	0	0	kg/ha	0	None	Current tech
	Fertiliser 4	[Select]	0	0	kg/ha	0	None	Current tech
	Fertiliser 5	[Select]	0	0	kg/ha	0	None	Current tech
	Fertiliser 6	[Select]	0	0	kg/ha	0	None	Current tech
If you use compost or manure as fertiliser, and this practice started less than 20 years ago, be sure to add this in the sequestration tab.								
Pesticide applications	Number of applications: 0							

Figura 7. Uso de Fertilizantes y plaguicidas

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

De igual manera en esta primera etapa se evalúan los residuos y la cantidad de los mismos y que tipo de manejo se les da para su desecho final, En la evaluación resulto que COMSA genera residuos en la finca Fortaleza, principalmente pulpa la cual es utilizada como materia prima la elaboración de compost, la cantidad de residuo que se generó durante el periodo 2015-2016 es equivalente a 13.68 toneladas por hectárea, y el método utilizado para su disposición final es el de composteo por volteo.

Crop residue management (if this section is not completed then the worst case - "Removed; left untreated..." is assumed)	Unit	
	Amount of residue	13.68
Method	Removed; non-Forced Aeration Compost	

Figura 8. Manejo de Residuos del Cultivo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Como resultado de esta primera etapa de cálculo tenemos los siguientes datos, como se ve en la figura 9, el uso de Fertilizantes y el manejo de residuos son los mayores aportantes, el resultado parcial seria de 305,768.3 Kg CO2 eq.

Estimated emissions	0	kgs CO2	kgs N2O	kgs CH4	kg CO2 eq
Fertiliser production	0	-	-	-	-
Background and direct and indirect N2O	0	0	143.3	0	42,430.2
Fertiliser induced field emissions	0	-	-	-	-
Methane from Paddy Rice	0	-	-	-	-
Agrochemicals	0	-	-	-	-
Crop residue management	0	-	485.3	4,788.0	263,338.1
Totals	0	-	628.6	4,788.0	305,768.3

Figura 9. Resultados de la Primera etapa

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se evalúa la capacidad de sistema para fijar carbono evaluando los cambios en el uso de suelo, cambios en el manejo productivo del cultivo y la biomasa anual que se genera en los árboles y plantas en el sistema de cultivo.

En la evaluación hecha al capital natural de COMSA denominado finca la fortaleza y por información suministrado por los ejecutivos, el cambio en el uso de suelo se dio aproximadamente hace 20 años de un bosque tropical seco formado mayormente por pino (*pinus oocarpa*) y roble (*Quercus sp.*) a un sistema de cultivo con café y con especies diversas de sombra de los géneros *Cordia sp*, *Juglans sp* y *Ingas Sp* como se puede observar en la figura 10.

Land Use changes	Changes		How long ago was this change made (years)	Percentage of field converted
	Land Use Changes	Forest to Arable	20	100
If conversion from forest:	Forest type	Age when felled		
	Tropical Dry forest	20		
If conversion to forest:	Current Age			
[select]	0			

Figura 10. Cambios en el uso de Suelo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

De igual manera dentro de los cambios en los sistemas tradicionales de cultivo se puede identificar que las fertilizaciones en su totalidad se hacen con compost desde el principio del establecimiento del cultivo hace 20 años como se puede observar En la figura 11

Management changes	Changes		How long ago was this change made? (years)	Percentage of land with practice change
	Tillage Changes	No	0	0 %
Cover cropping	no change	0	0 %	
Compost	started incorporating	20	100 %	
Manure additions	no change	0	0 %	
Residue incorporation	no change	0	0 %	

Figura 11. Cambios de Manejo en el sistema de Cultivo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

En atención a la evaluación al área del sistema natural de la finca la fortaleza que es de 70 hectáreas y de las especies existentes en la totalidad del área de la finca el sistema de especies está compuesto mayormente por bosque natural con alta presencia de Pino (pinus occarpa) en una densidad aproximada de 490 plantas hectárea y un crecimiento anual aproximado de 1.5 cm

de diámetro Cultivo de café a una densidad de 428 plantas por hectárea Y un diámetro promedio de 8 cm con un crecimiento aproximado anual de 1 cm de diámetro en asocio al cultivo tenemos especie para proveer sombra especies variables de los géneros Cordia, Juglans e Inga con una densidad de 16 ar/ha. Y un crecimiento anual aproximado de 4 cm por año como puede observarse en la Figura 12

Annual biomass for trees in cropping system	Species	density (trees per) last year	this year	last year	units	change in number of trees this year
			Tree/bush species 1	coffee (arabica)	428	9
Tree/bush species 2	shade (Cordia alliodora, Juglans olanchana, Inga tonduzzi, l. punctata)	16	50	46	units	change in tree numbers
Tree/bush species 3	opical pines	490	12	10.5	cm	0
Tree/bush species 4	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 5	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 6	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 7	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 8	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 9	[select]	0	0	0	cm	0
Tree/bush species 10	[select]	0	0	0	cm	0

Figura 12. Biomasa Anual en árboles en el sistema de cultivo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

El resultado de la segunda etapa nos arroja una acumulación a partir de la implementación de los cambios en el uso del suelo y la fijación anual que tiene el sistema de plantas dentro del capital natural que posee COMSA para una acumulación anual 605,197 Kg CO_{2eq} y una fijación acumulada desde la implementación de los cambios de uso de suelo de 578,879, 685 Kg de CO_{2eq} como lo podemos apreciar en la figura 13.

Annual totals	kg CO2 eq		Cumulative totals	kg CO2 eq	accumulated or lost from the system since the first of the changes in the above boxes. This may be either the land use change, tillage practice change, rotational practice change or the beginning of the tree crop plantation
Above ground biomass	(475,077.1)		Above ground biomass	(1705,555.5)	
Below ground biomass	(130,119.9)		Below ground biomass	(450,132.2)	
Soil C	-		Soil C since practice changes	(576723,997.3)	
Total	(605,197.0)		Total	(578879,685.0)	

Figura 13. Resultados etapa dos

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

TERCERA ETAPA

El siguiente proceso de análisis es el de presencia de vida animal en la finca dentro del sistema de cultivo, identificándose en el levantamiento que COMSA cuenta con una pequeña cantidad de cerdos, los cuales se detallan en la figura 14, siendo clasificados por edad de cada uno, y analizados por su ciclo de vida, la finca cuenta con 11 cerdos en fase juvenil con una edad aproximada de 6 meses y 3 cerdos en fase adulta productiva.

Life cycle This section should always be completed if using this tab The data to the right may either represent a typical life cycle or else a snapshot	Life cycle or snapshot	Life cycle			
	Livestock type	pigs			
	Length of phase		Time unit		
	Juvenile phase	6	Months	Number of animals	11
Adult productive phase	60	Months	Number of animals*	3	
Adult non-productive phases	0	0	Number of animals	0	

Figura 14. Ganadería

Fuente: (Elaboración propia, 2016).

En esta etapa lo más relevante es el manejo del estiércol el cual es mezclado con el desecho del proceso de despulpado para crear abono orgánico cuyos valores se muestran en la sfigura 15, siendo los mismos para la fases tanto juvenil como adulto productivo, el porcentaje de estiércol que se utiliza para compost es el 100% y es un sistema de recolección de la misma que se hace a diario

Manure management system	Percentage of manure managed under this system (when in use)	Number of days per year this system is used
Composting - forced aeration	100	365
[Select]	0	0
[Select]	0	0
(Type over this cell to enter any comments about your manure management strategy .)		365

Figura 15. Manejo de Desecho Animal

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Los resultados de la tercera etapa nos arrojan un porcentaje que aunque sea mínimo aporta para la construcción de huella, como se ve en la figura 14, cuyo total asciende a 832.2 kg CO2 eq.

	Total in feed	Enteric	Manure Ch4	Manure direct N2O	Manure indirect N2O	kg CO2 eq
Growing phase	-	1.5	0.2	0.3	-	131.9
Productive adults	238.9	4.1	0.9	1.1	-	700.3
Non-productive adults	-	-	-	-	-	-
Totals	238.9	5.6	1.1	1.4	-	832.2

Figura 16. Resultados Tercera etapa

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

CUARTA ETAPA

En esta etapa evaluamos el uso de energía en la finca, encontramos que la energía utilizada en la misma proviene de fuentes fósiles (diésel) y energía eléctrica de la red de la ENEE, en cuanto a la energía eléctrica es Equivalente a 14232 Kwh anuales como puede observarse en la figura 17.

	Quantity	Units
Electricity use on the farm:	14232	kWh
Electricity from local hydro renewable energy used in field:	0	kWh
Electricity from local wind used in field:	0	kWh
Electricity from solar (photovoltaic cells):	0	kWh

Figura 17. Consumo de Energía Eléctrica en Finca

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Dentro del apartado de uso de energía, se encuentra el uso de diésel de los dos vehículos que posee la finca, que son una volqueta con capacidad de 55 toneladas y un vehículo todo terreno, el consumo de combustible anual correspondiente al periodo 2015-2016 fue de 581 litros como puede observarse en la figura 18.

	Quantity	Units
Diesel	581	litres
Petrol	0	litres
Biodiesel	0	litres
Bioethanol	0	litres
High density biomass	0	kg
Fuel wood	0	kg
Coal	0	kg
Gas	0	therms
Oil	0	litres
Liquid Propane	0	litres

Figura 18. Uso de Combustibles para la Generación de Energía

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Como resultado de esta etapa se nos muestra las diferentes fuentes de energía que posee la finca, como es notable en la figura 16 no hay fuentes de generación de energía renovable, contabilizando nada más la electricidad que se toma de la red y el diésel de los vehículos, lo que resulta en una producción total de 6443.8 kg de CO₂ eq. Por el uso de energía en la finca como puede observarse en la figura 19.

	Energy Use (MJ)	kg CO2 eq
Grid electricity	51,235.2	4,886.7
Local wind, solar, hydro-electric	-	-
Diesel	22,019.9	1,557.1
Petrol	-	-
Biodiesel	-	-
Bioethanol	-	-
Other	-	-
Total (kg CO2 equiv)	73,255.1	6,443.8
Total /hectare (kg CO2 equiv)	1,046.5	92.1

Figura 19. Resultados de la Cuarta Etapa

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

QUINTA ETAPA

En esta etapa se evalúa la parte de proceso productivo general en sus etapas de beneficiado húmedo y seco resaltando el uso de energía y la generación de aguas residuales. En cuanto al consumo de energía eléctrica en lo que refiere al proceso productivo general incluyendo ambos sistemas de beneficio se generó un consumo de 108,409 kwh anuales consumido de la red y un consumo de 113, 358.51 litros de combustible para la generación de energía como se puede observar en la figura 20.

	Quantity	Units
Electricity used from National or Local Grid	108409	kWh
Electricity from local hydro renewable energy used in factory	0	kWh
Electricity from local wind used in factory	0	kWh
Electricity from solar (photovoltaic cells)	0	kWh

	Quantity	Units
Diesel Use, e.g. generators, pumping	113358.51	litres

Figura 20. Consumo de Energía de Red y Combustible para generar Energía en Beneficios húmedo y Seco para el periodo 2105-2016

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

El cuanto a la generación de aguas residuales (aguas mieles) en el beneficio húmedo se identificó que para el periodo 2015-2016 se generaron 13, 182,372 litros las cuales presentan una demanda bioquímica de oxígeno de 5000 mg/litro, en la actualidad no se le da ningún tratamiento solo se estancan y se espera una infiltración natural al suelo como puede observarse en la figura 21.

Quantity of waste water produced annually	13182372	litres	Biochemical (BOD) or chemical (COD) oxygen demand
Oxygen demand	5000	mg/litre	BOD
Treatment	None - stagnant		

Figura 21. Cantidad de aguas Residuales y su manejo

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Como resultado de esta etapa podemos notar en la figura 22 que es en esta etapa que se producen más emisiones de gases efecto invernadero 37,223.2 kg de CO_{2eq} por el consumo de energía de la red 303,800.8 kg de CO_{2eq} por el uso de combustibles fósiles y 494,339 kg de CO_{2eq} por la generación de aguas residuales para un total de emisiones que asciende a 835,363 kg CO₂ eq.

	Energy Use (MJ)	kg CO2 eq
Grid electricity	390,272.4	37,223.2
solar, hydro-electric	-	-
Biomass	-	-
Fossil Fuels	4296,287.5	303,800.8
Other	-	-
Waste water methane		494,339.0
Totals	4686,559.9	835,363.0
Totals/	66,950.9	11,933.8

Figura 22. Resultados quinta etapa

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

SEXTA ETAPA

En esta etapa se evalúan las actividades de transporte tanto en las actividades de proceso como el movimiento del producto terminado para su exportación por Puerto Cortés apartado resultante a transporte viene dado por la cantidad de carga transportada y las distancias aproximadas para cada caso, en nuestro caso solamente tenemos movimiento de producto en carreteras como se puede apreciar en la figura 23, donde se incluye el traslado de residuo en uva del beneficio húmedo a la finca cuya distancia es de 3.2 km, la distancia entre el beneficio húmedo y el beneficio seco es de 6.4 km, y también se toma en consideración el transporte a puerto en este caso, la distancia de márcala a puerto Cortés es de 257.7 km.

Road	quantity	unit	distance	unit	mode	add vehicle weight?
1	13448	tonnes	3.2	km	Heavy Goods Vehicle	yes - returning empty
2	13182372	litres	3.2	km	Heavy Goods Vehicle	yes - returning empty
3	3662	tonnes	6.4	km	Heavy Goods Vehicle	yes - returning empty
4	3662	tonnes	275.7	km	Heavy Goods Vehicle	yes - returning empty
5	0	tonnes	0	km		yes - returning empty
6	0	tonnes	0	km		yes - returning empty
7	0	tonnes	0	km		yes - returning empty
8	0	tonnes	0	km		yes - returning empty

Figura 23. Transporte

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Como resultado de esta etapa vemos que el transporte constituye un porcentaje importante en la construcción de la huella y en la cantidad de emisiones con un total de 224,366.2 kg de CO₂ eq. Tal como se ilustra en la figura 24.

units	kg CO ₂ eq
Road	224,366.2
Rail	-
Air	-
Shipping	-
Total	224,366.2

Figura 24. Resultado etapa 6

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

RESULTADOS

Los resultados de las emisiones que nos genera el software después del análisis de todo el proceso productivo, se puede ver en la figura 25, resultando 712.86 toneladas CO2 equivalentes por tonelada de producto final.

En términos de CO2 equivalentes el mayor aportante es el manejo de aguas residuales con un total de 697 toneladas equivalentes por tonelada.

En términos de mayor componente de CO2 equivalente es el CH4 (metano.)

Key Results:

1. The total annual emissions from your farm system are 712.86 tonnes CO2 eq per tonne finished product.
2. In terms of CO2 equivalents the greatest emissions in your case come from waste water, with a total of 697 tonnes CO2 eq per tonne.
3. In terms of compounds the largest emissions in CO2 equivalents come from CH4.

- the 28167.85 kgs of CH4 equate to 704.196 tonnes CO2 eq per tonne.

Figura 25. Resultados Generales

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

Tabla 5. Resumen de Emisiones

CAFÉ ORGANICO	CO2 (TON CO2 EQ.)	N2O (TON CO2 EQ.)	CH4 (TON CO2 EQ.)	EMISIO NES POR ÁREA TOTAL (TON. CO2 EQ.)	POR HECTÁ REA (TON. CO2 EQ)	POR TONEL ADA (TON. CO2 EQ)
Producción de fertilizante						
Óxido de nitrógeno directo e indirecto		143.3		42.4	0.6	2.4
Pesticidas						
Manejo de residuos de cultivo		485.3	4788.8	263.3	3.8	14.9
Variaciones de carbono almacenado	-605,197			-605.2	-8.6	-34.2
Manejo de residuo animal		2.2	1.7	0.1	0.0	0.0
Emisiones de ganadería			5.6	0.7	0.0	0.0
Alimentación de ganado	238.9			0.2	0.0	0.0
Uso de energía	6443.8			6.4	0.1	0.4
Proceso primario	341,024			341	4.9	19.2
Manejo de aguas residuales			494,339	12,358.5	176.5	697.4
Transporte				224.4	3.2	12.7
Total (ton. co2 eq.)	-257,490.3	630.8	499,135.1	12,631.9	180.5	712.9

Fuente: (The cool farm tool con datos de COMSA, 2016)

CUANTIFICACION DE LA HUELLA



Figura 26. Cuantificación de la Huella de Carbono

Fuente: (Elaboración propia, 2016)

CAPITULO V APLICABILIDAD

APLICABILIDAD: HACIA EL LOGRO DE UNA CARBONO NEUTRALIDAD EN LA SOCIEDAD MERCANTIL COMSA EN MARCALA LA PAZ

1. INTRODUCCIÓN

El alcance de la carbono neutralidad de un producto, tema que se trató en la introducción de esta tesis, indica que este proceso debe verse como el camino a seguir, mismo que por su naturaleza es dinámico. Entendiéndose por el camino un conjunto de acciones que desencadenan procesos complejos los cuales determinan un rumbo institucional enmarcado de la reducción de la emisiones de gases efecto invernadero en ciclo de vida del café oro de exportación, que produce la sociedad COMSA en Márcala La Paz. Debido a las características cambiantes que tiene cualquier organización y tomando en cuenta el hecho fundamental de que COMSA es propietario de un capital natural, llamado finca la Fortaleza, un beneficio húmedo conocido como la victoria y un beneficio seco conocido como chinacla, el camino hacia la carbono neutralidad va a estar inherentemente relacionada con el manejo que se haga respecto a esas tres unidad parte del ciclo de vida del café oro de exportación, desde la perspectiva de una fuente importante de emisión, como también, la capacidad de remoción y almacenamiento de carbono asociado a los bosques de COMSA en la fortaleza o las actividades estratégicas para la reducción y remoción de gases efecto invernadero en el proceso en La Victoria y Chinacla. Esto no quiere decir que existan otras dimensiones del quehacer relacionado con el manejo de las emisiones, para los cuales deben de acceder para manejar la carbono neutralidad en COMSA.

A partir de los resultados planteados en los análisis del proceso para alcanzar el café oro de exportación en COMSA, datos contables como cantidad de energía Utilizada, cambios de proceso en la producción de café, y la aplicabilidad del software cool tool farm en el contexto de la construcción de la huella de carbono y la identificación de sumideros, remociones asociadas de carbono en el capital natural de COMSA, este capítulo parte de una discusión del balance de carbono institucional, con el objeto de establecer un punto inicial del camino hacia la carbono neutralidad. Para este logro se expondrán la visión a futuro que podría establecer la estrategia de

la empresa, como también algunos lineamientos esenciales del pensamiento sistémico para la construcción de la misma.

2. OBJETIVO

Presentar los lineamientos para la concepción de una estrategia de carbono neutralidad.

3. PREGUNTA CLAVES

¿Cuáles son los factores que tienen mayor incidencia en la dinámica de emisiones del ciclo de vida de la producción de café oro de exportación?

¿Son suficientes los sumideros de COMSA para remover las emisiones que produce la institución?

4. CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

A lo largo de esta investigación se ha realizado una identificación de las emisiones por categorías a partir de:

- Manejo del Cultivo del café, características de suelo
- Cantidad y Manejo de residuos agrícolas sólidos y líquidos dentro de la finca
- Aplicación de pesticidas sintéticos a los cultivos de la finca
- Aplicación de fertilizantes sintéticos a los cultivos de la finca
- Cambios de uso de suelo de la finca, tiempo en que se llevó a cabo y porcentaje de cambio en el uso de suelo
- Tipo de bosque, tipo de transición y edad de cuando se llevó a cabo
- Cambios en el manejo de los cultivos de la finca
- Crecimiento de la Biomasa Anual en el sistema de cultivos de la finca

- Fermentación entérica producto de los procesos de digestibilidad del ganado existente ya sea en su etapa juvenil, adulta productiva o adulta no productiva en la finca las características de alimentación y el manejo de las excretas de los mismos
- Uso de Energía Anual en la finca y los procesos
- Usos de otros combustibles para la producción de Energía tanto en finca como en planta de proceso.
- Cantidad y tipo de aguas residuales que contengan componentes orgánicos y el manejo que se le da a las mismas
- Combustibles, distancias y vehículos utilizados en transporte y en actividades productivas

Además, se ha identificado para el último año las remociones alcanzadas por el manejo del capital natural así como los usos de suelo que aportan a la remoción de las emisiones institucionales.

En esta tesis el cálculo de la huella de carbono se define como la cantidad de emisiones generadas a partir de un rango de tiempo determinado desde noviembre 2015 hasta marzo 2016, en función de las remociones, si existiera capital natural involucrado o compensaciones obtenidas en dicho periodo.

La construcción de la huella de COMSA a partir de los límites establecidos respecto a la huella de carbono definida en esta investigación, y la captura que realiza el capital natural que realiza la finca la fortaleza, nos determinó la cantidad de emisiones de gases efecto invernadero en el ciclo productivo de café oro de exportación.

5. EL PROGRAMA DE GESTION INTERNA COMO HERRAMIENTA ESTRATEGICAPARA EL CAMINO HACIA LA CARBONO NEUTRALIDAD

Como se mencionó anteriormente El camino es un conjunto de acciones que desencadenan procesos complejos, en relación a la toma de decisiones internas dentro de la empresa para cumplir año a año con la carbono neutralidad. El programa de gestión otorga una visión accesible para entender contextos de complejidad dinámica, una acción puede tener

efectos en distintos periodos de tiempo tanto en el largo plazo, como en el corto plazo, además de tener consecuencias en distintas partes del sistema. Las actividades vinculantes a las emisiones cambian en el tiempo y dependen de los compromisos sustraídos por la empresa, como también de las decisiones comerciales asociadas a la finca. Por otro lado, las remociones del capital natural cambian año a año producto de los diferentes ritmos de crecimiento de biomasa. Así mismo las condiciones de mercado respecto a los bonos de carbono, que en caso de ser necesario recurrir a este mecanismo, puede afectar los costos de transacción implícitos en la carbono neutralidad de la empresa.

Un programa de gestión de interna de emisiones se basa en ver círculos en vez de líneas rectas. Los círculos cuentan una historia en la cual año con año si se van haciendo mejoras o si la situación va empeorando donde el objetivo es mantener año tras año un balance con cero emisiones y así potencializar el desarrollo sostenible.

El programa de gestión interna nos permite situarnos en los distinto niveles y planificar de manera adaptativa cuales son los puntos críticos para cumplir con la carbono neutralidad, por ejemplo si nos situamos en el primer nivel que son las actividades, podemos establecer desde el inicio y cuáles serán las actividades planificadas durante el año

Cada acción tiene influencia respecto al próximo nivel es una compleja red de interacciones y patrones de conducta que serán objeto de emisiones, los cuales generan una estructura compleja que serán objeto de emisiones.

Una vez identificadas las acciones dentro de nuestro programa de gestión interna evaluaremos cuales actividades fueron las de mayor intensidad de emisiones y establecer las acciones para compensarlas.

La finalidad del plan de gestión interna es generar la capacidad de anticiparse a la emisión de GEI y mientras tengamos más información de la dinámica de las emisiones y las remociones mayor será la capacidad de acción que pueda tener la empresa para cumplir con la carbono neutralidad. El compromiso de la empresa se verá reflejada entre las decisiones que se tomen

dentro del portafolio de mitigación como también en la identificación de las emisiones indirectas que afrontará la empresa cada año.

6. LINEAMIENTOS GENERALES PARA UNA ESTRATEGIA DE CARBONO NEUTRALIDAD.

Sin un por que no puede existir una estrategia, el porqué de la carbono neutralidad es mantener un balance de emisiones igual a cero, esto generará espacios de innovación interna, eficiencia y oportunidades de establecer nuevas redes de conocimiento con diferentes instituciones

A demás incluye la renovación de infraestructura, mejoras en la administración energética, remociones de emisiones dentro del proceso productivo, y la compra de compensaciones en los mercados internacionales de ser necesario o la venta de compensaciones si capturamos más carbono del que emitimos.

Como se ha podido apreciar a lo largo de este capítulo la carbono neutralidad de COMSA es una acción multidimensional, la dimensión comercial de la finca, la dimensión del beneficiado Húmedo en la Victoria y el beneficiado seco en chinacla que desarrolla la empresa, las cuales requiere de una sólida base estratégica que responda en forma sistémica a la complejidad percibida. Los elementos fundamentales de una estrategia sistémica son según (Souza et al, 2001) a corto plazo las siguientes:

6.1 ESTRATEGIAS INMEDIATAS O DE CORTO PLAZO

la visión de mundo es un elemento fuertemente arraigado en los valores culturales y morales que forma los modelos mentales institucionales de las empresas, por lo tanto, es la posición de la empresa con respecto a las personas y el medio ambiente y de articulación de las relaciones de pertenencia sobre estos concepto de respeto. Para la carbono neutralidad es esencial que la problemática del cambio climático sea el creador de valores, creencias, principios y compromisos. Esto permitirá construir con claridad la visión de propósito y posibilitar un espacio adecuado para pensar estratégicamente.

6.1.1 CONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS BASICOS DEL CAMBIO CLIMATICO

Se deben comenzar con el conocimiento de los elementos básicos del cambio climático, que lo produce realizando sesiones informativas a nivel de junta directiva y la asamblea de socios para tener una visión más explícita sobre la empresa y que actividades dentro de la misma contribuyen con la problemática del cambio climático. La discusión debe dirigirse a plantear si la visión de la empresa realmente abarca la temática del cambio climático en la visión institucional.

6.1.2 CONFORMACION DE GRUPOS DE TRABAJO EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS

Conformación de Grupos de trabajo dentro de la empresa en cada una de las tres unidades productivas de COMSA puede ser una herramienta para la Institución en sus niveles organizacionales desde los mandos intermedios hasta los más altos en relación a la inclusión de las temática de reducción de emisiones de gases efecto invernadero, cambio climático en su visión empresarial para el mundo para la Latinoamérica del futuro y a partir de ahí generar estrategias a seguir, incluyendo la discusión de acciones para el alcance de la carbono neutralidad.

6.1.3 INTRODUCCION DEL TEMA DE CARBONO NEUTRALIDA EN LA AGENDA INSTITUCIONAL

Inicialmente y de manera prioritaria se debe introducir el tema de la carbono neutralidad para la posterior certificación del café oro como carbono neutro en la agenda Institucional, realizando una declaratoria sobre la acción voluntaria hacia la carbono neutralidad como un accionar impostergable.

La acción voluntaria hacia la carbono neutralidad deben ser socializados a través de las comunicaciones externas e internas de la institución. Para tal caso se debe establecer un diseño de publicación informativa, a través de la oficina de relaciones públicas o el encargado de las mismas dentro de la empresa. El porqué de la declaratoria debe de constar en un documento

estratégico de acción en relación al manejo del proceso productivo de la empresa desde el punto de vista de la generación de emisiones, el papel que juega el capital natural que contiene la Finca la fortaleza y las políticas de su funcionalidad en este campo de compensación de emisiones de gases efecto invernadero, el establecimiento de una auditoría interna que puede ser a través de un esquema de regencia con el regente ambiental encargado del monitoreo del cumplimiento de las medidas de control ambiental obligadas en la licencia ambiental o un auditor específico al interior de la empresa encargado exclusivamente del tema de la carbono neutralidad que se encarguen de la contraloría de monitoreo y creación de los informes anuales de huella de carbono a ser generados, que deberá definir con sumo cuidado definiendo como se manejará el tema de emisiones directas de la empresa.

6.1.4 FOMENTAR LA INNOVACION DENTRO DE LA ORGANIZACION

La innovación institucional es la definición de nuevas reglas, las cuales condicionan el acoplamiento de la empresa al entorno, las instituciones evolucionan captando conocimiento hasta formar nuevos hábitos que forman la posición institucional frente al tema de cambio climático. Esto permitirá un nuevo camino hasta el logro de la carbono neutralidad. El contexto debe identificar claramente los actores y los factores relacionados con el porque, además de mejorar los flujos de información entre los participantes vinculados al manejo del capital natural y los distintos procesos que están involucrados dentro del ciclo de vida del producto, como también a los participantes involucrados en las categorías administrativas que son fuente de emisiones. La gerencia deberá construir un nuevo esquema respecto a las responsabilidades, toma de decisiones, giro de instrucciones y decisiones sobre el uso del capital natural, rediseñar de ser necesario las intervenciones hacia la sostenibilidad de la carbono neutralidad.

El compromiso de la empresa ante la reducción de los gases de efecto invernadero, principalmente el nuevo enfoque de la visión de la empresa ante la problemática global del calentamiento global y el cambio climático, será determinante para producir un producto cero emisiones o carbón neutro. Una nueva forma de producir tomando en consideración no emitir gases efecto invernadero dentro de su ciclo de vida productivo le dará consistencia al objetivo general que se ha planteado la empresa de alcanzar la carbono neutralidad será una excelente oportunidad de innovación.

Las acciones respecto al manejo de las emisiones deben estar acorde a la estrategia consensuada entre la junta directiva y sus socios, cada uno de los componentes institucionales (operativos, finanzas, producción etc.) deben contribuir a la implementación de acciones concluyentes para direccionar la institución hacia el camino de la carbono neutralidad

6.1.5 DESARROLLO DE UN PLAN PILOTO

Desarrollar un plan piloto para el periodo 2016-2017 por el auditor interno y los grupos de trabajo dentro del ciclo de vida del café oro de exportación que contemple la huella de carbono y su monitoreo y discusión activa. Esto permitirá visualizar la dinámica interna organizacional con su debida contabilidad de emisiones y las estrategias de compensación planteadas en este trabajo de investigación. Como se ha mencionado anteriormente construir una robusta huella de carbono es la parte más importante, con miras de alcanzar la finalidad que es entrar al proceso de certificación de carbono neutral y no tengamos que estar llevando a cabo acciones de reducción de emisiones y la certificación sea explicita y rápida.

Una de las fortalezas que tiene COMSA es la interacción que tiene con instituciones educativas en el país para que realicen sus trabajos de fin de grado situación que debe de fortalecer los objetivos y metas que pretende alcanzar la empresa en diferentes temas siendo uno de los más primordiales es el estudio de detalle de la medición de emisión y de las captura de emisiones estudios que vendrían a en robustecer la construcción de la huella.

6.1.6 ENFOQUE DE CAPACITACIÓN CONTINUA Y ENTENDIMIENTO TÉCNICO MULTIDICCIPLINARIO

Las acciones deben estar respaldadas por un enfoque de capacitación continua, por la multiplicidad de acciones dentro del ciclo de vida de la producción de café oro de exportación que es la base para la definición de la huella y el alcance la carbono neutralidad y por lo delicado de establecer tanto la cuantificación de emisiones y como de remociones dentro del mismo. El entendimiento técnico permite orientar las acciones más relevantes que estén de acuerdo con la visión de la empresa con respecto al calentamiento global. Tener un soporte sólido respecto al

manejo de huella de carbono siguiendo los lineamientos expuestos sobre, la definición metodológica, especificar los límites, calidad de información y la verificación de los resultados, contribuye a la construcción de estrategias que disminuyan la incertidumbre desde las fuentes del conocimiento.

6.1.7 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION CONTINUA

Se deben generar cuantificaciones adecuadas, respecto a las remociones y las fuentes de emisión así como la captura que hace el capital natural contenido en la finca la fortaleza, esto quiere decir, diseñar instrumentos a través de investigación los cuales otorguen a la empresa parámetros de remociones máximas, mínimas y un nivel de estabilización de emisiones. La construcción de la estrategia permitirá inferir hacia el futuro los niveles de emisiones y de remociones correspondientes en un rango de tiempo determinado con anterioridad.

Dicho trabajo técnico específico debe de concentrarse en como manejará las transacciones que conllevan al establecimiento de la huella en sí o como manejará la empresa el pago por compensaciones una vez identificada la necesidad de estas si con la aplicación de las estrategias de reducción y de remoción y la captura del capital natural presente no se alcanza la carbono neutralidad. En este sentido, el tema de carbono neutralidad a nivel nacional, regional se vería beneficiado por el aporte que haga COMSA en su discusión y desarrollo de instituciones que se interesan en la carbono neutralidad y su relación con su propias dinámicas de manejo del propio capital natural.

6.1.8 ESTABLECIMIENTO DE LA AUDITORIA INTERNA

Para el logro de la carbono neutralidad se requiere de un aplicabilidad y un aprendizaje continuo, el cual debe ser liderado por un auditor interno, la auditoria interna es la encargada de diseñar los objetivos y las metas los cuales permitan que la información fluya de manera clara y de fácil acceso por toda la institución para que el aprendizaje y contribuciones sean continuas, disminuyendo los costos de transacción externa relacionados al balance neto de cero emisiones cuando la empresa no pueda cumplir con sus metas de reducción y emisión anual.

El auditor interno debe tener información en tiempo real que beneficie la adecuada y temprana toma de decisiones con el objeto de mantener constante el avance del camino hacia la carbono neutralidad.

Esto hace referencia a lo altamente dinámico que es el tema de las emisiones de los gases efecto invernadero, las condiciones son cambiantes como por el ejemplo la calidad de suministro de energía eléctrica y el espacio de decisión será crucial para lograr el balance deseado al término de cada uno de los periodos de compromisos.

El auditor interno debe ser capaz de mantener el dialogo con todos los involucrados en el proceso productivo compartiendo diversos puntos de vista, logrando los objetivos comunes respecto a la visión global sobre el cambio climático expresada en el compromiso institucional de reducir los gases de efecto invernadero.

6.2 ESTRATEGIAS DE MEDIANO PLAZO

Este marco de estrategias ya se encuentra totalmente enlazadas con la construcción de la huella de carbono en lo referente a la identificación de emisiones por categorías enunciadas en el numeral 2 de esta estrategia y en el capítulo de análisis de los resultados y determinados como estrategias a mediano plazo y separadas de las de largo plazo sobre el costo de implementación de las mismas.

Para estas estrategias tomaremos dentro del ciclo de vida de producción del producto (Café oro de Exportación) lo concerniente al tipo de cultivo, suelos, Utilización de fertilizantes y pesticidas. y los residuos que genera el cultivo del Café y la presencia de ganadería dentro de la Unidad productiva denominada Finca la Fortaleza.

La construcción de la huella se basó en 70 ha que conforman el área de la finca la fortaleza en ella hay 7 ha de cultivo de café 3.5 ha en crecimiento y 3.5 ha en producción, el esquema productivo es orgánico utilizando compost cero emisiones y sin uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades.

En el periodo comprendido entre noviembre del 2015 y marzo del 2016 finca la fortaleza produjo 65.79 toneladas de café en uva que al final se convirtieron en 17.72 toneladas de café pergamino seco produciendo un promedio de 13.68 ton/ha de pulpa de café la cual es removida y trabajada en composteo sin aireación forzada.

En la evaluación hecha en finca la fortaleza identificamos una unidad de productiva de cerdos, Compuesta por 14 cerdos 3 en fase reproductiva y 11 en crecimiento.

De la construcción de la huella pudimos obtener que finca la Fortaleza produce 305,763.3 kg de CO₂ eq en cuanto al manejo del cultivo y 2164.51 Kg de CO₂ eq por la presencia de animales en la finca y 6443.8 kg de CO₂eq por el uso de energía.

6.2.1 MEJORAS EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS.

Dentro de las actividades productivas dentro de COMSA se encuentra la producción de compost misma que se lleva a cabo físicamente dentro de los espacios de la Finca La Fortaleza el sistema que se aplica es un sistema de cama removible de volteo mecánico que además de ser productora de emisiones de gases efecto invernadero presenta algunas limitantes como la necesidad de un mayor espacio debido a la necesidad de mover la masa durante los volteos., no mantienen un nivel de oxigenación constante por lo que el proceso Al estar sometidos a una aireación periódica, evoluciona más lentamente que en los sistemas con ventilación, igualmente no permiten el control efectivo de la temperatura y se consideran menos efectivos que los de cama estática en la destrucción de patógenos debido a la re inoculación durante el volteo por parte de aquellos microorganismos situados en zonas no sometidas a elevadas temperaturas.

La estrategia va encaminada a manejar el composteo mediante un sistema de aireación forzada donde, el material es apilado de igual forma que en el sistema que está aplicando COMSA pero una vez formada la cama de compostaje éste no será objeto de volteo, se le proporcionara aireación al sistema bien suministrando aire a presión o mediante succión del mismo como se puede ver en la Figura No.27. Son sistemas que operan a altas temperaturas que suelen inhibir y disminuir la descomposición del material. No obstante, para contrarrestar este aumento de temperatura es necesario un sistema de inyección de aire en función de la

temperatura, donde la cama de compostaje esta provista de un termómetro para controlar la temperatura de modo que en el momento que ésta sobrepasa un límite fijado, se dispara la ventilación y provoca un descenso de la misma. Evitando la destrucción de parte importante de la población microbiana que impulsa el proceso de descomposición, lo que se traduciría en inhibición y ralentización del proceso. Sin embargo dentro de las distintos tipos de compostaje este es el más apropiado para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.



Figura 27. Compostaje con aireación Forzada

Fuente: Geo Compost

Resultado

Reducción de las emisiones por el cambio método de tratamiento de composteo de la pulpa de café a 210,008.09 kg de CO₂ eq obteniendo una reducción neta de 95,755kg de CO₂eq.

6.2.2 CONSOLIDACION DE TRABAJO AGRÍCOLA EN LA FINCA LA FORTALEZA

Esta etapa consiste en transformar la Finca la Fortaleza de una unidad agropecuaria a una unidad experimental agrícola, enfocándose en la generación de y transferencia de tecnología en el cultivo del café que es la razón principal de COMSA.

En tal sentido se deberán de eliminar de la finca todos los animales

Resultado

Cero emisiones por presencia pecuaria en Finca La Fortaleza obteniendo una reducción neta de 2196 kg de CO₂ eq

6.2.3 ESTABLECIMIENTO DE UN AREA FORESTAL

Cuando en las áreas de emisiones no podemos hacer reducciones por el cambio de sistemas o cambios de tecnologías se utiliza la figura de la compensación mediante La captura de Carbono esto se lleva a cabo con el establecimiento de plantaciones Forestales.

En el caso de Finca La Fortaleza pudimos identificar que hay emisiones de gases de efecto invernadero que no pueden ser reducidas de manera directa como es el uso de combustibles fósiles en los vehículos de trabajo

En tal sentido la estrategia va encaminada al establecimiento una plantación forestal de 9 ha con Paulonia sp que según (AGROSURCHILE, 2010) la Paulonia fija 23,950kg/ha/año de CO₂eq y produce de 25-45 ton/ha/año con un poder calorífico de 4430 Kcal/Kg que es bastante similar al de la cascarilla de café y puede ser utilizada en el futuro para un proyecto de generación de energía con biomasa.

Resultado

Fijación de 215,550 kg de CO₂eq y producción de aproximadamente 35-40 ton/ha/año de biomasa con un poder calorífico de 4430 Kcal/kg

6.3 ESTRATEGIAS DE LARGO PLAZO

Al igual que las estrategias de mediano plazo se encuentra totalmente enlazadas con la construcción de la huella de carbono en lo referente a la identificación de emisiones por categorías enunciadas en el numeral 2 de esta estrategia y en el capítulo de análisis de los resultados y separadas de las de mediano plazo sobre el costo de implementación de las mismas.

Para estas estrategias se tomó en consideración el uso total de energía (electricidad y Combustibles), la parte de procesamiento de café en húmedo que se lleva a cabo en la victoria y la parte de Beneficiado seco que se lleva a cabo en Chinacla.

La construcción de la huella se basó en el uso de energía tanto en la Fortaleza, como en la Victoria y chinacla la cantidad de agua residual producida anualmente y las distintas acciones de transporte que la empresa realiza y la salida del producto al exterior desde puerto cortés.

De la construcción de la huella pudimos obtener que el consumo de energía y combustible en las tres unidades productivas de COMSA producen 347,667.8 Kg de CO₂eq por el consumo de energía, 494,339.00 Kg de CO₂eq Por la generación de Aguas residuales y 224,366 Kg de CO₂eq por las actividades de Transporte interno y el despacho de producto de exportación hasta puerto Cortes.

En la evaluación se pudo identificar que las aguas residuales producidas por el lavado de café despulpado son las que más emisiones emiten mismas que son pre tratadas mediante un sistema de estancamiento.

6.3.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Construcción de un Biodigestor Anaeróbico de flujo ascendente de Flujo continuo (RAFA) con una retención de 47 días, para el tratamiento de Aguas Residuales

En el cual la materia orgánica es degradada en condiciones anaeróbicas, por acción de microorganismos transformándola en metano, dióxido de carbono (biogás) y agua (bioles).

Según Zambrano (2010) por cada kg de DQO removido en el biodigestor se generan 336 litros de metano y según Bernero moreno (2011) por cada metro cubico de metano se pueden producir 10kw/h.

En la evaluación efectuada en el beneficio Húmedo de COMSA llamado la victoria, pudimos constatar que durante el periodo comprendido entre 2015-2016 se utilizaron 13, 182,372 litros de aguas mieles con un promedio de 5000 mg/l de DQO y considerando una remoción del 80% de DBO en el proceso de descomposición del biodigestor se generaríamos aproximadamente 17,713 m³ de metano que atención a lo establecido por Bernero Moreno (2011) producirían 177,171.08 KW de energía durante el periodo.

Para las aplicaciones de generación eléctrica por medio de biogás, se alimentaría un motor de combustión interna con biogás, que está conectado a un generador.

Según Ramírez (2004) Los motores a diesel, se pueden operar con una sustitución del diésel por biogás hasta por un 70%, y un consumo de diesel del 30% restante por lo que el motor no sufre ninguna alteración al consumir los dos tipos de combustible al mismo tiempo.

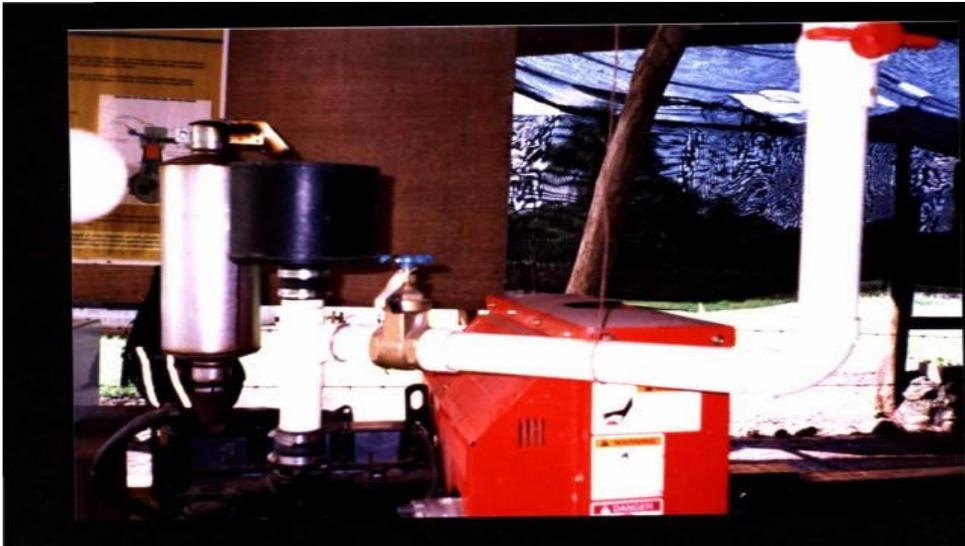


Figura 28. Adaptación de un Motor Diesel para el consumo de Biogás

Fuente: Ramírez (2004)

En estos motores la mezcla de diesel y biogás se realiza directamente en la cámara de combustión del motor. Cuando el motor recibe el biogás por la entrada de aire, este se acelera, por lo que el gobernador de la bomba de inyección reduce la cantidad de diesel suministrado a la cámara de combustión, logrando una estabilidad en la aceleración y potencia del motor. Estos motores soportan las variaciones de carga sin tener que operar la válvula de regulación del biogás, permitiendo operar en un rango más amplio de carga.

Para los arranques del motor se debe alimentar únicamente con diesel, una vez arrancado el motor se realiza la transferencia de biogás gradualmente, hasta alcanzar el 70%. No es recomendable la sustitución mayor a un 70% de biogás por diesel porque puede dañar el motor.

Resultado

El biodigestor remueve hasta un 80% de la carga contaminante y los sólidos en el agua residual, Contribuye a la disminución de proliferación de vectores y olores, logramos una Reducción de 494,339.00 Kg de CO₂eq además de la generación de 177,171.07 kW durante el periodo de cosecha.

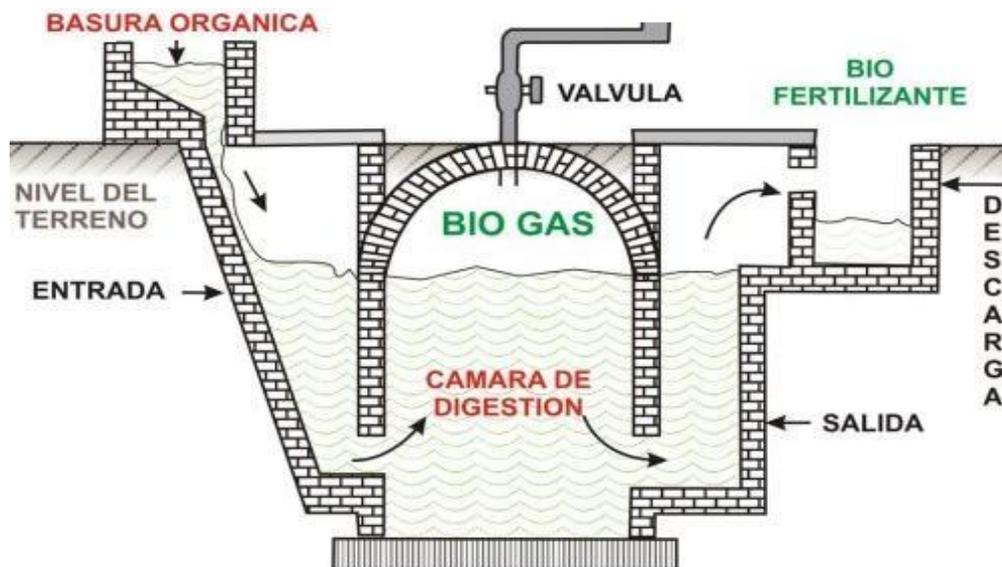


Figura 29. Biodigestor de Flujo ascendente

Unos de los factores determinantes en el cálculo de la huella es el uso de energía eléctrica y el uso de combustibles para la generación de la misma. En la evaluación realizada a la empresa COMSA pudimos determinar que se utilizaron durante el periodo de cosecha 2015-2016, 122,641 kWh de la red y 113358 litros de Diesel para producir energía eléctrica que de manera conjunta fueron emisoras de 347,667.8 Kg de CO₂eq.

Igualmente durante la evaluación pudimos identificar que COMSA produjo en el periodo 2015-2016 832,220.25 kg de Cascarilla de café lo que es un atractivo con alta potencialidad para la generación de energía con residuos biomásicos que según (Bouille, gallo 1993) posee un poder calorífico de 4,250 Kcal/kg y que denota su importancia en el marco que se está estudiando. A continuación se abordará dicha importancia a partir de una descripción del proceso que proseguirá con un análisis de la maquinaria y equipo teniendo en cuenta las posibles limitaciones técnicas, la caracterización de las operaciones en la propuesta y la determinación de los factores logísticos.

6.3.2 PRODUCCION DE ENERGI A CON BIOMASA

De acuerdo con lo estipulado las diferentes unidades productivas COMSA necesitan 1,217,654.46 Kw/año requieren una generación de 3,672 kWh diarios. Para ello es necesario el uso de un generador con capacidad de por encima de los 130 kv de potencia o superior

funcionando al menos 14 horas al día. Esta meta es alcanzable con las opciones comerciales que se encuentran en el mercado en materia de gasificadores cuyo producto puede ser usado en motores de gas.

En la actualidad existen diferentes proveedores a nivel mundial de equipos de gasificación CHP, con diferentes tecnologías de funcionamiento. Para el presente trabajo se seleccionaron una de las mejores alternativas.

Biomax 100: Este equipo es fabricado por “Community Power Corporation” un fabricante de tecnología para el aprovechamiento de la biomasa localizado en Littleton Colorado. Este gasificador está en capacidad de producir hasta 130kW de potencia con una alimentación de biomasa con alto contenido de celulosa (superior al 40%) de hasta 138 kg por hora. A continuación se muestra la figura del dispositivo, a la izquierda del mismo se puede ver el sistema de alimentación, el módulo de gasificación en el centro y a la derecha un generador de gas.



Figura 30. Sistema de Gasificación Biomax 100

Fuente: Community Power Corporation

La selección de estas tecnologías obedece a las experiencias exitosas de uso de las mismas en diferentes proyectos alrededor mundial:

Haciendo un recuento de lo expuesto hasta el momento vemos las generalidades sobre el proceso de gasificación de la biomasa, se analizó el subproceso de beneficio seco del café, del cual el principal subproducto la cascarilla. Adicionalmente se enuncian las características básicas de la cascarilla y su potencial para actividades como la generación de energía. A partir de este punto se expondrá el proceso y operaciones en la generación de energía eléctrica a partir de la gasificación de la cascarilla del café.

Para este proceso se señala como entrada principal la biomasa, como fuente de generación de la energía eléctrica. A continuación se mencionan los recursos necesarios para el proyecto, siendo estos la maquinaria y el equipo que se pretende usar.

El esquema del proceso total se muestra en la figura a continuación:

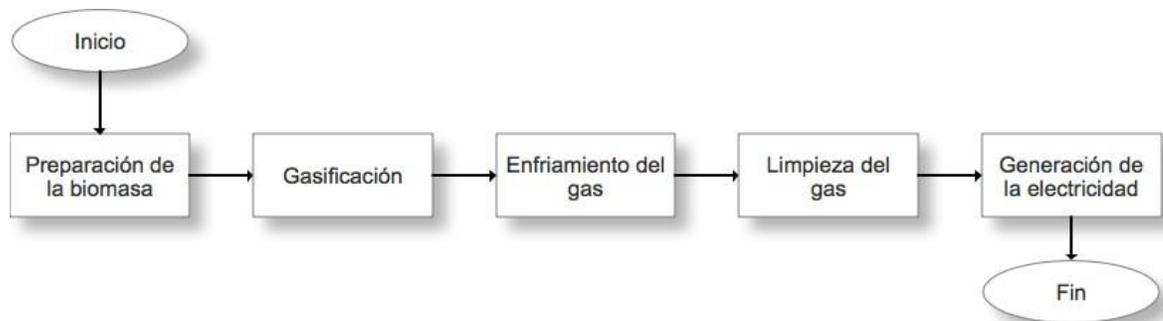


Figura 31. Proceso de gasificación y generación de Energía Eléctrica

Fuente: Comunity Power Corporation

A continuación se explicaran en detalle cada una de las fases del proceso para convertir la cascarilla en “syngas” (mezcla de gases que se obtienen de la gasificación) como producto principal, que pueda ser usado en un motor o generador de energía eléctrica. Para la descripción del proceso se tendrá en cuenta la información que brinda Comunity Power Corporation sobre el funcionamiento de sus equipos.

Antes de proceder en el proceso de gasificación, es importante verificar que el material biomásico se encuentre totalmente seco. La humedad en la cascarilla puede afectar negativamente la composición del gas resultante y aumentar el consumo de energía en el proceso. Si bien el

vapor de agua juega un rol importante en la gasificación, no eliminar el agua (o reducir el contenido a algo menos que el 15%) puede convertirse en un proceso con un consumo energético intensivo durante la fase endotérmica de la gasificación.

Es por ende preferible contar con un recurso que se encuentre seco de antemano. El secado de la biomasa en el gasificador conlleva a la generación de polvo, algunos compuestos volátiles indeseables en el proceso pueden ser liberados, hay una mayor cantidad de agua residual que debe ser posteriormente tratada como residuo del proceso, y la limpieza del gas resultante suele ser más intensa.

Para el propósito de esta propuesta, es conveniente decir que la cascarilla del café oro posea un contenido de agua inferior al 12%, luego no es necesario secarla durante la gasificación, sin embargo, existe la posibilidad otros recursos con alto contenido de celulosa (por ejemplo madera seca) sean introducidos al gasificador junto con la cascarilla, sin antes haber sido secados.

Alimentación del gasificador

El tipo de alimentación del gasificador es un parámetro que merece igual consideración en la etapa previa del proceso. Dependiendo de las características del gasificador, se puede usar algunos tipos de biomasa, como cascarillas o trozos enteros de algún material. Para nuestro objeto se usa cascarilla de café, que cumple con las especificaciones mínimas del gasificador de Community Power (ver especificaciones).

Es importante tener en cuenta para la alimentación no hacerla en presencia de gases peligrosos que puedan provocar un incendio en la instalación y echen a perder el sistema, la biomasa y pongan en riesgo la vida de los encargados de la operación

Gasificación

La materia prima biomásica, es decir, la cascarilla entra al gasificador por la parte superior. Un sistema de control determina si la cantidad es suficiente, y la humedad adecuada para iniciar la fase de pirolisis. A medida que la biomasa va fluyendo en el gasificador cae sobre

una zona “flameante” donde ocurre la pirolisis, la humedad restante en la biomasa se convierte en vapor de agua. Este vapor de agua, junto con el agente oxidante de la gasificación (aire) viaja rápidamente a la zona debajo de la cual ocurre la pirolisis. Las partículas siguen viajando lentamente y a medida que aumentan su temperatura empiezan a producir algunos “vapores volátiles” o “vapores de pirolisis”. Finalmente, todos los gases presentes, los vapores de pirolisis y las cenizas y sobre todo el carbono que se forman en el proceso salen de la zona de pirolisis y entran en la zona de oxidación de carbono.

En la zona de oxidación, se añade aire suficiente para que se oxide el carbono de la mezcla, esta es una reacción exotérmica que produce dióxido de carbono. En la condición de estado estable del gasificador, las temperaturas en el proceso de oxidación del carbono son moderadas por las reacciones endotérmicas que ocurren en la misma fase que son la formación de hidrógeno y monóxido de carbono (donde interfieren el agua y carbono). Estas reacciones, moderadoras de temperatura aumentan a medida que aumenta la temperatura dentro del gasificador.

La mezcla pasa finalmente a la zona de reducción donde los restos de carbono a alta temperatura se mezclan con los demás gases allí presentes (monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno) para formar un gas cuya composición se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Composición del Gas de Salida

COMPUESTO	GASIFICADOR
CO	20
CO2	14
N2	52
H2	10
CH4	4

Fuente: Community Power Corporation

La figura 32 muestra el esquema de las etapas que ocurren dentro del gasificador:

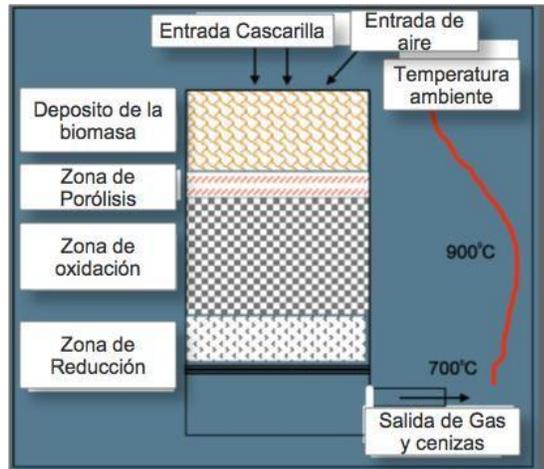


Figura 32. Esquema de Gasificación " Downdraft"

Fuente: Comunity Power Corporation

Enfriamiento del gas

Los gases y sólidos (ceniza de carbón) que salen del proceso, lo hacen a una temperatura muy alta, cercana a los 700° C. Es por ello que antes de pasar al proceso de purificación debemos un intercambiador de calor que reduzca considerablemente su temperatura. El gas que sale del intercambiador lo hace a una temperatura algo inferior a los 100° C después de recorrer un camino de tubos que son enfriados con aire a temperatura ambiente, suministrado por una pequeña motobomba en el sistema. Es posible usar el calor que se produce en esta etapa para facilitar el proceso de secado de la biomasa que ocurre previo a la pirolisis.



Figura 33. Esquema de Enfriamiento

Fuente: Community Power Corporation

Un filtro remueve los restos de cenizas y carbón presentes en gas. Estos residuos sólidos se recogen en un tambor como residuo seco, no riesgoso del proceso. Este carbón, también conocido como bio-carbón, puede ser usado como fertilizante.

El gas resultante posee una composición cómo se indica en la tabla xxx. Adicionalmente hay que decir, que el sistema de filtrado puede no ser totalmente efectivo dejando un residuo de partículas sean de carbón o alquitrán. Esta concentración ronda las 20 ppm, lo cual es una cifra aceptable ya que muchos generadores de electricidad toleran hasta 100 ppm.

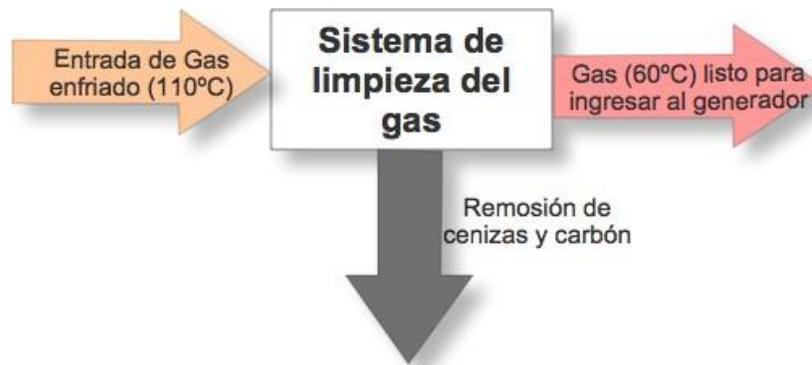


Figura 34. Esquema de Purificación de Gas

Fuente: Community Power Corporation

GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

En primer lugar se debe asegurar que el gas que entra al motor esté totalmente limpio, ya que de ello depende en buena parte la eficiencia del mismo y reduce su desgaste. Adicionalmente la temperatura del gas debe ser tan baja como sea posible para inyectar la mayor cantidad de energía en los cilindros. En general los generadores, o plantas eléctricas de baja capacidad tienen la ventaja que pueden funcionar con diferentes combustibles haciendo pequeños ajustes como por ejemplo motores de diesel que son modificados para funcionar con gas. Adicionalmente hay muchos modelos comerciales de generadores de energía eléctrica con gas que tienen eficiencias

de entre el 25 y el 40% para proyectos de micro generación como el actual. La provisión de un gas limpio es el mayor determinante en el cuidado y mantenimiento de la planta de gas y su vida útil.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, la producción del gas por parte del gasificador (Aproximadamente 60 Nm³/hr) y cuya composición se muestra en la tabla 6, entra directamente al sistema de generación. El sistema que funciona con un motor de combustión interna, quema el gas en los cilindros, las explosiones que ocurren en estos activan un sistema de rotación que a su vez activa un grupo electrógeno el cual genera la corriente eléctrica. LA energía eléctrica de salida es regulada por un alternador. La salida es corriente AC o DC, de 50 o 60 Hz con un voltaje de entre 110V y 240V. Cabe mencionar que la generación de energía a través de una planta eléctrica no es la única opción para aprovechar el gas, sin embargo para este caso resulta la más apropiada de acuerdo a las características del gas

Consumo esperado de la propuesta

Se estimó el consumo eléctrico promedio que tienen la finca la fortaleza y el beneficio húmedo y el beneficio seco basados en los datos de su consumo durante el periodo comprendido durante el año 2015-2016. Posteriormente se estima igualmente la producción de cascarilla disponible y se hace un estimado del disponible diario. Anteriormente se habló de la alimentación necesaria para la producción de una determinada cantidad de potencia en el gasificador. La tabla 7 la relación de consumo de cada gasificador.

Tabla 7. Consumo Biomásico del Gasificador

GASIFICADOR	ALIMENTACION (Kg/h)	PRODUCCION DE POTENCIA (Kw)	RELACION (Kg/kW)
BIOMAX 100			
CPC	137.5	130	0.9

Fuente: Comunity Power Corporation

En atención al consumo diario de la empresa COMSA que es de 3672 kw de energía al día y la producción total de cascarilla por temporada que es de 832,220.25 kg de cascarilla COMSA necesitaría dos módulos Biomax 100 de 130 Kw de potencia instalada que trabajen 14 horas Diarias con una alimentación de 1.925 ton/día de cascarilla por cada módulo para una operación de 216 días al año.

Resultados

Con el proyecto de Generación de energía eléctrica con biomasa de cascarilla de café por gasificación produciríamos 786,240 kw por año el cual provocaría un ahorro en compra de combustible de aproximadamente de 19,317.94 galones de Diesel más una reducción neta de emisiones de 196,163.68 Kg de CO₂eq

Tabla 8. Estrategias de Reducción de la huella a corto plazo

Estrategia de corto plazo		
Estrategia	Acción	Resultado
Fortalecimiento de conocimientos básico sobre cambio climático	Realizar sesiones informativas con junta directiva y socios	Tener una visión más explícita sobre las actividades dentro de la empresa sobre el cambio climático
Inclusión del tema de carbono neutralidad en la agenda institucional	Realizar una declaratoria sobre la acción voluntaria hacia la carbono neutralidad como una acción impostergable	Establecer un compromiso formal de camino a la reducción de los GEI al interno y externo de la empresa
Desarrollar un plan piloto para el periodo 2016-2017 sobre construcción de huella de carbono	Construir un plan entre la gerencia y los grupos de trabajo en la empresa a fin de construir la huella de carbono para el periodo 2016-2017	Permitirá visualizar la dinámica interna organizacional con su debida contabilidad de emisiones para la construcción de una huella más robusta
Creación de la auditoria interna para el control de la carbono neutralidad	Nombrar un auditor interno	Tener un responsable interno dentro de la empresa que beneficie la adecuación y temprana toma de decisiones con el objetivo de mantener en constante avance el camino de la carbono neutralidad
Construcción de un nuevo esquema de objetivo y metas respecto a la sustentabilidad de la carbono neutralidad	Establecimiento de metas y objetivos, giro de instrucciones y designaciones sobre el uso de capital natural y rediseño si es necesario de la forma de trabajo interior de la empresa.	Compromiso total de la empresa ante la reducción de los GEI. Producción de un producto cero emisiones

Fuente: (Elaboración Propia, 2016)

Tabla 9. Estrategias de Reducción de la huella de Carbono a Mediano Plazo

Estrategia de mediano plazo		
Estrategia	Acción	Resultado
Cambiar el sistema de composteo de la pulpa de café en la finca la fortaleza	Cambiar el sistema de composteo sin aeración forzada a aireación forzada	Reducción de 95,755 kg deCO2 Eq.
No tener unidades pecuarias dentro de la finca la fortaleza	Eliminar la unidad productiva de cerdos	Reducción de 2196.9 kg de CO2 eq.
Establecer una plantación de kiria pawlonia (pawlonia SP)	Sembrar 9 hectáreas de pawlonea SP	Fijación de 215,550 kg de co2 eq.

Fuente: (Elaboración Propia, 2016)

Tabla 10. Estrategias de Reducción de la huella de Carbono a Largo Plazo

Estrategia de mediano plazo		
Estrategia	Acción	Resultado
Tratamiento de aguas residuales de lavado de café.	Construcción de un reactor anaeróbico de flujo continuo ascendente	Producción de CH4 (Metano) para la producción de biogás, bioles y reducción de 494,339 kg de CO2 eq.
Generación de energía con Biomasa	Establecimiento de una planta de cogeneración de 130 kv con capacidad de hasta 1.3 Mw/día con una alimentación de 3.3 toneladas de biomasa.	Por el poder calorífico de la cascarilla de café se puede producir 1 mg/día Se lograría la independencia energética y se obtendría la potencia firme necesaria para la operación de la empresa Reducción de 347,667.8 Kg de CO2 eq.

ESTRATEGIA DE REDUCCION

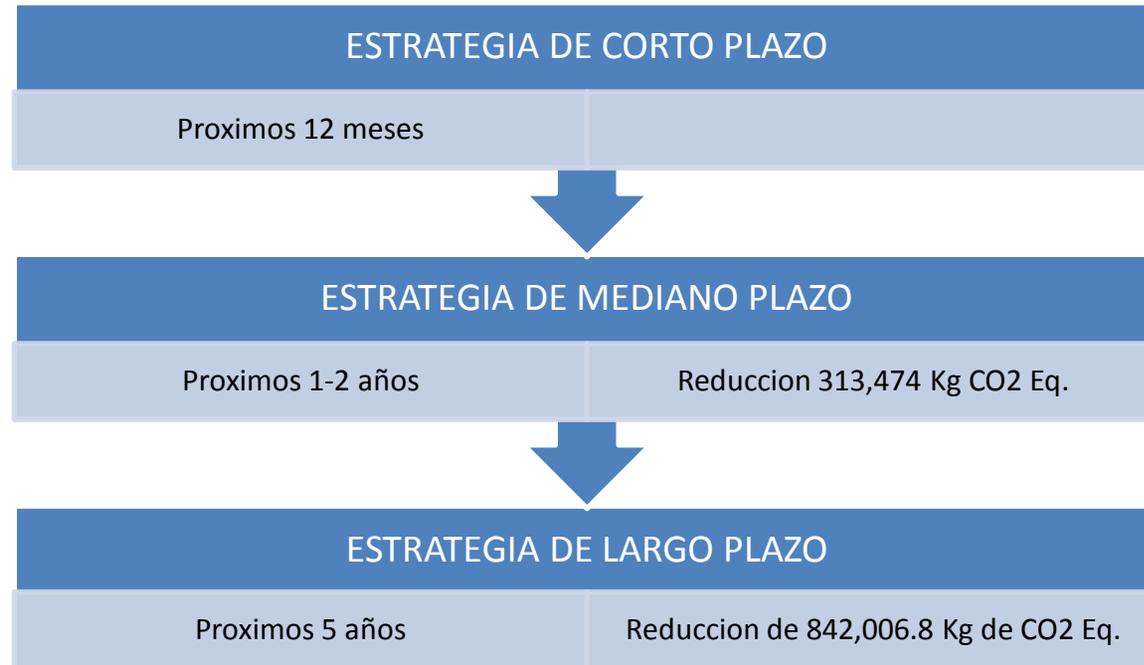


Figura 35. Resultado de la implementación de la Estrategia

Fuente: (Elaboración Propia, 2016)

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se han dado elementos concretos de las diversas funciones estratégicas para un camino hacia la carbono neutralidad en COMSA.

El proceso desarrollado en esta tesis permite extraer algunas lecciones aprendidas que deben ser usadas como elementos para iniciar el accionar futuro de la organización en este campo:

1. El promedio de emisiones de GEI para el periodo 2015-2016 fue de 719.2 tCO_{2e}, por tonelada de producto producido y las actividades que representaron la mayor intensidad de emisiones, fueron una relacionada en el beneficio húmedo , (Que son las aguas residuales) y en el beneficio seco el consumo de combustible (diesel).
2. Las cantidades de CO_{2eq} fijado por el capital Natural existente en la finca la Fortaleza para el periodo 2015-2016 fue de 32.2 tCO por tonelada de producto producido, los principales usos de suelo en remover CO₂ fueron las plantaciones forestales y el cultivo de café en sí El balance de la institución en los periodos evaluados concluye que el capital natural remueve parcialmente la cantidad de CO₂ de lo que emite el ciclo de vida de producción del café oro de exportación, sin embargo se identificaron ciertos elementos los cuales hacen vulnerable este resultado en el tiempo. Para la construcción del balance del producto se consideraron solamente las emisiones directas, las cuales pueden ser contabilizadas con la información existente de la empresa. No se consideraron emisiones indirectas, lo que podría hacer variar el balance institucional de GEI. Por estas complejidades se desarrolló una estrategia hacia la carbono neutralidad.
3. las actividades que representaron la mayor intensidad de emisiones, fueron una relacionada en el beneficio húmedo , (Que son las aguas residuales) y en el beneficio seco el consumo de combustible (diesel).
4. Con la construcción de un sistema biodigestor de Aguas residuales y una proyecto de cogeneracion de Biomasa con cascarilla de café obtendríamos una reducción total de

842.01 Ton CO_{2eq} la cual es por encima del balance de emisiones producidas anualmente logrando un equilibrio positivo que facilitaría el alcance a la carbono neutralidad.

5. La discusión de la huella de carbono internamente es fundamental para establecer cuáles serán los límites de emisiones institucionales, a lo largo de esta investigación se han hecho referencia a la importancia de consensuar cuales son las emisiones directas que deben ser incluidas dentro del balance, esto influenciará directamente a los costos de transacción que asumirá la institución para cumplir con un balance anual de cero emisiones.
6. El capital natural es un eje central dentro del balance general de carbono de la institución, el cual posee la funcionalidad de beneficiar generando un balance para el alcance de la carbono neutralidad. Integrar el pensamiento institucional al manejo de la finca es parte de uno de los procesos de senda hacia la carbono neutralidad.
7. La construcción del camino hacia la carbono neutralidad involucra la comprensión de una visión holística de las acciones y factores involucrados, en la cual, el capital natural juega un rol central para determinar la estrategia más adecuada, las estrategias se inician desde un compromiso de política institucional, que abarca no tan solo el objetivo como tal, sino funcionalidades dentro de un marco sistémico de análisis. El manejo de incertidumbre y los escenarios cambiantes de compromisos dentro del marco de cambio climático generan la necesidad de crear nuevos enfoques teóricos y metodológicos para lidiar con la complejidad interna y externa de la institución.

CAPITULO VII RECOMENDACIONES

1. Conformación de Grupos de trabajo dentro de la empresa en cada una de las tres unidades productivas de COMSA puede ser una herramienta para la Institución en sus niveles organizacionales desde los mandos intermedios hasta los más altos en relación a la inclusión de las temática de reducción de emisiones de gases efecto invernadero, cambio climático en su visión empresarial para el mundo para la Latinoamérica del futuro y a partir de ahí generar estrategias a seguir, incluyendo la discusión de acciones para el alcance de la carbono neutralidad.
2. La acción voluntaria hacia la carbono neutralidad deben ser socializados a través de las comunicaciones externas e internas de la institución. Para tal caso se debe establecer un diseño de publicación informativa, a través de la oficina de relaciones públicas o el encargado de las mismas dentro de la empresa
3. Desarrollar un plan piloto para el periodo 2016-2017 por el auditor interno y los grupos de trabajo dentro del ciclo de vida del café oro de exportación que contemple la huella de carbono y su monitoreo y discusión activa. Esto permitirá visualizar la dinámica interna organizacional con su debida contabilidad de emisiones y las estrategias de compensación planteadas en este trabajo de investigación
4. Se deben generar cuantificaciones adecuadas, respecto a las remociones y las fuentes de emisión así como la captura que hace el capital natural contenido en la finca la fortaleza , esto quiere decir, diseñar instrumentos a través de investigación los cuales otorguen a la empresa parámetros de remociones máximas, mínimas y un nivel de estabilización de emisiones.
5. La gerencia deberá construir un nuevo esquema respecto a las responsabilidades, toma de decisiones, giro de instrucciones y decisiones sobre el uso del capital natural, función que deberá recaer en el auditor interno y rediseñar de ser necesario las intervenciones hacia la sostenibilidad de la carbono neutralidad.

6. Las acciones respecto al manejo de las emisiones deben estar acorde a la estrategia consensuada entre la junta directiva y sus socios, cada uno de los componentes institucionales (operativos, finanzas, producción etc.) deben contribuir a la implementación de acciones concluyentes para direccionar la institución hacia el camino de la carbono neutralidad

8. Cambio en el manejo de composteo mediante un sistema de aireación forzada donde, el material es apilado de igual forma que en el sistema que está aplicando COMSA pero una vez formada la cama de compostaje éste no será objeto de volteo, se le proporcionara aireación al sistema bien suministrando aire a presión o mediante succión

9. Transformar la Finca la Fortaleza de una unidad agropecuaria a una unidad experimental agrícola, enfocándose en la generación de y transferencia de tecnología en el cultivo del café que es la razón principal de COMSA.

10. Establecimiento una plantación forestal de 9 ha con Pawlonia sp que según (AGROSURCHILE, 2010) la Pawlonia fija 23,950kg/ha/año de CO₂eq y produce de 25-45 ton/ha/año con un poder calorífico de 4430 Kcal/Kg que es bastante similar al de la cascarilla de café y puede ser utilizada en el futuro para un proyecto de generación de energía con biomasa con la finalidad de aumentar el factor de compensación de emisiones que no se puedan reducir y a la vez tener materia prima adicional para la generación de energía.

11. Construcción de un Biodigestor Anaeróbico de flujo ascendente de Flujo continuo (RAFA) con una retención de 47 días, para el tratamiento de Aguas Residuales

12. Para las aplicaciones de generación eléctrica por medio de biogás, se alimentaria un motor de combustión interna con biogás, que está conectado a un generador que Según Ramírez (2004) Los motores a diésel, se pueden operar con una sustitución del diésel por biogás hasta por un 70%, y un consumo de diésel del 30% restante por lo que el

motor no sufre ninguna alteración al consumir los dos tipos de combustible al mismo tiempo.

13. En atención al consumo diario de la empresa COMSA que es de 3672 kw de energía al día y la producción total de cascarilla por temporada que es de 832,220.25 kg de cascarilla COMSA necesitaría dos módulos Biomax 100 de 130 Kv de potencia instalada que trabajen 14 horas Diarias con una alimentación de 1.925 ton/día de cascarilla por cada módulo para una operación de 216 días al año para la generación de energía eléctrica con Biomasa.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

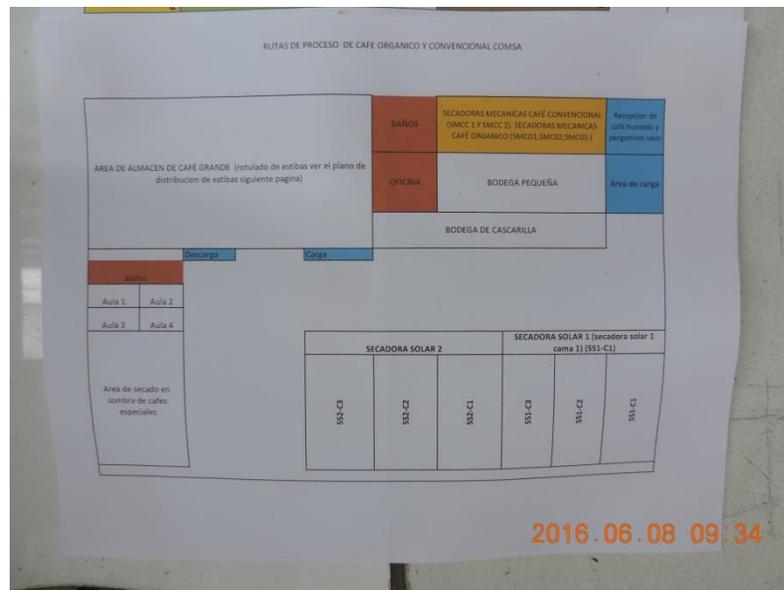
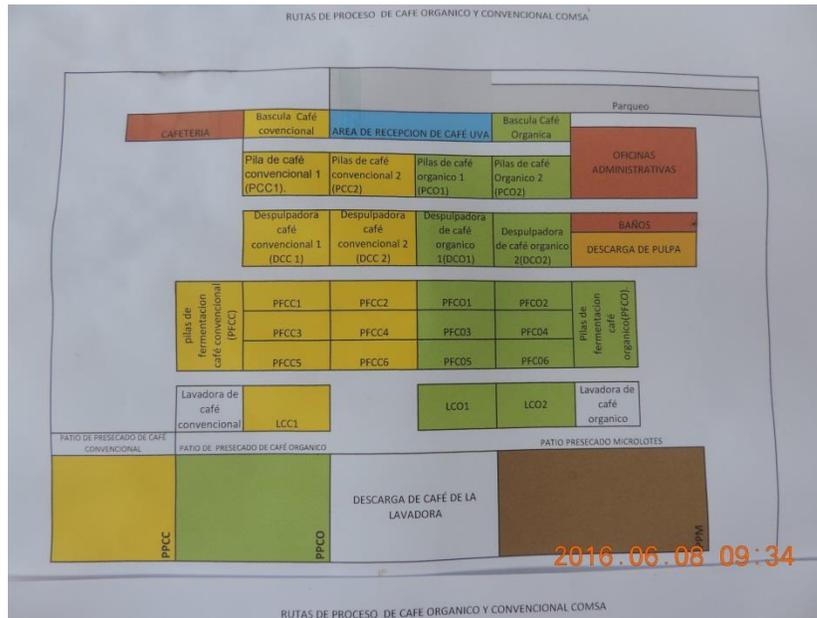
- calderon reyes, s. u. (2012). *Cuantificacion de carbono almacenado en tres estados de desarrollo en los bosques de pino.*
- Castillo, A. I. (2012). *Empresa de Practica Profesional Cafe Organico COMSA.*
- Castro, A. (2013). C-neutral, lo que viene. *Estrategia Y Negocios*, 70-72.
- CONACAFE. (2003). *Marco Conceptual de la Politica Cafetalera.*
- CONACAFE. (2003). *Marco Conceptual de la Politoca Cafetalera.*
- Contina, S. B. (2008). *Determinacion del Rendimiento de las plantaciones forestales de Honduras.*
- DCC. (2014). *Guia para disenar un manual que permita a las PYMES realizar declaraciones de carbono neutralidad bajo la norma 12.01.06.*
- ETEA,IHCAFE. (2004). *Informe de Produccion, certificacion y comercializacion de cafe organico.* Tegucigalpa.
- Gonzalez Riubal, B. (2005). *Informe de viabilidad de la implementacion de una denominacion de origen protegida en la montana de puca.* Universidad Politecnica de Madrid.
- IHCAFE. (2007). *Principales Avances del Sector Productor de Cafe.*
- IHCAFE. (2016). *Informe Estadistico cosecha 2015-2016.*
- Kollowik, M. (2014). *Costa Rica, Carbono neutral.*
- Mendoza, G. C. (1993). *Analisis de la contribucion Forestal a la produccion de Energia en America Latina.*
- Montero, M. (2013). Hablemos de C-rentabilidad. *Mercados y Tendencias*, 58-60.
- Moreno, M. T. (2011). *Manual del Biogas.*
- Musmanni, S. (2014). Implementación de la estrategia de carbono neutralidad en costa rica. *AMBIENTICO*, 32.
- Nelson Rodriguez Valencia, D. A. (2010). *Los subproductos del Cafe: Fuente de Energia Renovable.*
- Norberto, C. A. (2010). *Fijacion de carbono en plantaciones forestales en Argentina.*
- Ramirez, L. D. (2004). *Generacion Electrica por medio de Biogas.*
- S.A., I. (2013). *7 Metodologías para el Cálculo de Emi-siones de Gases de Efecto Invernadero.*

Segura, A. H. (Junio de 2013). <http://www.fonafifo.go.cr/actualidad/noticias/ultimasnoticias/C-Neutral.pdf>. (D. G. GmbH, Ed.) Obtenido de <http://www.fonafifo.go.cr/actualidad/noticias/ultimasnoticias/C-Neutral.pdf>.

Solis, O. (2011). *Primer Cafe Carbono Neutro*. San Jose.

ANEXOS

Anexo 1 Rutas de proceso de café orgánico y convencional COMSA (Junio, 2016)



En las siguientes fotografías se muestra la visita de campo y el análisis del proceso productivo. (Junio 2016)



Recepción de café uva



Recepción de café uva



Depulpadoras de café



Depulpadoras de café

Pilas de fermentación de café



Pilas de lavado de café



Patios de pre secado.



Secadoras mecánicas.



Área de almacén



Área de secado en sombra de cafés especiales



Bodega de compost



Clasificación de granos en beneficio seco

DETALLE DEL INSTRUMENTO FINAL QUE SERA APLICADO

CUESTIONARIO PARA LA CONSTRUCCION DE LA HUELLA DE CARBONO

GENERAL

1. área de producción _____ (hectáreas o acres)
2. producción anual total de producto _____ (kg, ton, etc...)
3. producción anual total de producto final _____ (kg, ton, etc...)
4. temperatura promedio anual _____

cultivo (croop)

1. textura de suelo fino: _____ medio _____ áspero _____
2. materia orgánica del suelo : _____
3. humedad del suelo: seco _____ húmedo _____
4. drenaje del suelo: bueno _____ pobre _____
5. acidez del suelo (pH): _____

uso de fertilizantes

6. tipo de fertilizante: _____
7. nutriente o producto: _____ (n, k, p, p2o5...).
8. dosis de aplicación: _____ (kg/ha, kg/acre...).
9. método de aplicación: _____ (en solución, en riego, etc...)
10. inhibidor de emisiones: _____ inhibidor de nitrificación _____ polímero cubierto.
11. tecnología de fabricante(año de fabricación): _____
12. cuantas veces al año aplica pesticidas: _____
13. cantidad de residuo: _____ (ton/acre, kg/ha).

captura de carbono

1. cambios en uso del suelo en los últimos 20 años: _____
2. qué porcentaje de suelo fue modificado: _____
3. si el cambio fue de bosque a cultivo, que tipo de bosque existía? _____

manejo de siembra

1. que cambios en el manejo del cultivo ha habido en los últimos anos? cuáles?

2. Cuáles son los diferentes especies de árboles que hay en la zona productiva? y cuál es su densidad? (arboles/hectárea) este año y el anterior.

GANADO

1. EXISTE CRIANZA DE GANADO EN LA COOPERATIVA? SI _____
NO _____

GANADO

ESPECIE DE ANIMAL	CANTIDAD DE ANIMALES	EDAD

USO DE ENERGIA

1. Cuál es la cantidad de energía que se consume en el beneficio de la red enee?
_____ kwh
 2. Cantidad de gasolina, diesel, para uso en el beneficio? _____ (galones, litros)
 3. Existe producción de energía de fuentes renovables? _____
 4. Existe producción de biomasa en la cooperativa? _____
 5. Existe en la cooperativa alguna otra fuente de energía que no sea de la red de la enee?

 6. Hay maquinaria agrícola que utiliza combustible fósil dentro de la cooperativa?
-

TRANSPORTE

Inventario de los vehículos en que se transporta el cultivo.

TIPO DE VEHICULO	CAPACIDAD DE CARGA	COMBUSTIBLE QUE OPERA	DISTANCIA QUE RECORRE

NOTAS: